Math. P.
179.g

Math. P.
1799
Glaser
202.10

Anleitung

zu

stöchiometrischen Rechnungen

besonders

für angehende Chemiker und Pharmazeuten.

Mit einem Anhange

enthaltend

Tabellen und Beispiele aus der praktischen Chemie.

Von

Dr. H. Glaßer,

Professor der Mathematik am Gymnasium zu Erlangen.

Stuttgart 1837

P. Balz'sche Buchhandlung.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Sr. Wohlgeboren

Herrn Lycealprofessor

Dr. Andreas Neubig

zu Baireuth,

seinem werthesten Lehrer,

widmet diese Schrift

aus Dankbarkeit und Hochachtung

der Verfasser.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Vorwort.

Vor einigen Jahren ersuchten mich mehrere Herren, welche an hiesiger Hochschule Pharmazie studirten, ich möchte ihnen eine Anleitung zu stöchiometrischen Rechnungen geben. Ich erklärte mich bereit dazu, und fand bald, daß meinen Zuhörern wohl die Gesetze der Stöchiometrie bekannt waren, aber die Mittel abgingen, dieselben zu benutzen. Es fehlte nämlich an mathematischen Vorkenntnissen und nächst diesen noch an der Uebung, allgemeine Gesetze auf einzelne Beispiele anzuwenden. Bei diesem Unterrichte machte sich mir sowohl damals, als auch später, als ich noch öfter über Stöchiometrie Vorträge hielt, der Mangel eines Lehrbuches der Stöchiometrie, welches diesen Bedürfnissen abhilft, bemerkbar. Ich unternahm es daher, eine Anleitung zu stöchiometrischen Rechnungen in der Art auszuarbeiten, und übergebe sie hiermit dem Publikum. Der durch die Veranlassung des Werkes zum Theil schon angezeigte Zweck ist folgender:

Es sollen, damit die Stöchiometrie solchen Leuten zugänglich werde, welche, sei es durch Mangel an Gelegenheit, was meistens bei den Pharmazie Studirenden der Fall ist, sei es durch eigene Schuld, die nöthigen Vorkenntnisse nicht haben, die zu stöchiometrischen Rechnungen nothwendigen mathematischen Sätze deutlich erklärt werden, und dann soll das Verfahren angegeben werden, wie diese Sätze auf stöchiometrische Gesetze anzuwenden sind. Da dies der Zweck bei der Bearbeitung der folgenden Schrift war, so folgt daraus, daß eine tiefere Kritik der atomistischen und dynamischen Ansicht der Stöchiometrie ausgeschlossen bleibt, da dieses in Werke gehört, deren Zweck es ist, die Stöchiometrie als selbstständige Wissenschaft darzustellen, nicht aber in dieses Werkchen, das nur den Zweck hat, die in der Stöchiometrie gefundenen Wahrheiten zugänglich zu machen.

Ueber die Einrichtung bemerke ich nur noch Folgendes. Diejenigen, welche die Mathematik um ihrer selbst willen suchen, möchten es ungeeignet finden, daß ich auf die mathematischen Sätze sogleich ihre Anwendung folgen ließ. Anders möchte diese Einrichtung denen erscheinen, für welche das Buch besonders geschrieben ist, nämlich denen, welchen die mathematischen Sätze nur Mittel sind zur Auflösung der im Gebiete der Chemie vorkommenden Aufgaben. Diesen wird die fast jedem mathematischen Satz unmittelbar folgende Anwendung den Nutzen des vorhergehenden Satzes verbürgen, und sie für die darauf gewendete Zeit und Mühe belohnen.

Ueber die Angaben der stöchiometrischen Zahlen bemerke ich noch, daß ich bei den Beispielen dieselben aus Berzelius nahm, sowie sie sich in Meißner's neuester Atomenlehre von 1834 finden. Während der Bearbeitung des gegenwärtigen Werkes erschien der fünfte Band der Chemie von Berzelius, und aus ihm ist nun die im Anhang angegebene Tabelle der einfachen Stoffe genommen, woraus man sehen wird, daß ich mich bestrebt habe, mit den neuesten Resultaten die sichersten zu verbinden. Bei der Bearbeitung selbst benützte ich vorzüglich Meißner's schon erwähntes Werk, dann die einschlagenden Werke von Bischoff, Buff, Mensing, Meinecke, Kastner, Osann und Andern. Ferner fühle ich mich verpflichtet, meinem verehrten Freunde, Dr. Martius, für die vielfache Hülfe, welche ich seiner Gewogenheit zu verdanken habe, meinen aufrichtigsten Dank abzustatten.

Möge dieser Versuch einer Anleitung zu stöchiometrischen Rechnungen eine günstige Aufnahme und unparteiische Beurtheilung der Sachverständigen finden.

Erlangen, den 1. März 1837.

Der Verfasser.

Inhalt.

Seite

§. 1—11. **Einleitung.** Erklärung einiger mathematischer Ausdrücke und Zeichen . . . . 1— 5

§. 12—31. Erstes Kapitel. Von den Decimalbrüchen und ihrer Anwendung in der Stöchiometrie . . . 5—44

§. 32—57. Zweites Kapitel. Von den Proportionen und ihrer Anwendung in der Stöchiometrie . . . 45—81

§. 58—75. Drittes Kapitel. Von den Gleichungen und ihrer Anwendung in der Stöchiometrie . . . . . 82—94

§. 76—86. Viertes Kapitel. Von den stöchiometrischen Gesetzen . . . . 95—105

§. 87—97. Fünftes Kapitel. Von den in der Stöchiometrie vorkommenden Zeichen . . . . 106—112

Anhang. Tabelle der einfachen Stoffe . . . . 113—117

Formeln der wichtigsten Orygenverbindungen . . 118—121

Zwölf Aufgaben aus dem Gebiete der Stöchiometrie, nebst ihren Auflösungen . . . . 121—133

Einleitung.

Erklärung einiger mathematischen Ausdrücke und Zeichen.

§. 1.

Will man in der Mathematik eine Größe auf allgemeine Weise ausdrücken, so bedient man sich dazu der Buchstaben, und zwar gewöhnlich der Buchstaben des kleinen lateinischen Alphabets, wobei die ersten a, b, c u. s. w. als bekannte, die lezten Buchstaben als unbekannte Größen gelten.

§. 2.

Addiren heißt den Werth mehrerer einzelner Größen in einer ausdrücken. Diese Größe heißt Summa, und die einzelnen Größen, die addirt werden, heißen Summanden oder Posten. Angezeigt wird die Addition durch ein stehendes Kreuz (+), welches plus (d. h. mehr) gelesen wird.

§. 3.

Subtrahiren heißt den Unterschied zwischen zwei Größen suchen. Die gesuchte Zahl heißt die Differenz oder der Rest, diejenige, welche abgezogen werden soll, heißt der Subtrahend, und diejenige, von der man abziehen soll, heißt Minuend. Angezeigt wird die Subtraction durch einen wagrechten Strich (—), vor welchem der Minuend steht, und nach welchem der Subtrahend folgt. Gelesen wird das Zeichen minus (d. h. weniger).

§. 4.

Multipliciren heißt eine Größe so oft nehmen, als es eine zweite verlangt. Die zu multiplicirende Größe heißt Multiplicand, diejenige, mit der man multiplicirt, Multiplicator, und das Resultat Produkt. Multiplicator und Multiplicand heißen gemeinschaftlich Faktoren. Das Zeichen der Multiplication ist entweder ein liegendes Kreuz (×) oder ein Punkt (.) oder bei Buchstabengrößen zeigt man die Multiplication dadurch an, daß man die Größen ohne weiteres Zeichen neben einander sezt.

§. 5.

Dividiren heißt untersuchen, wie oft eine Größe in einer andern enthalten ist. Die gesuchte Größe heißt Quotient, diejenige, in welche man dividirt, Dividend, und diejenige, mit der man dividirt, Divisor. Das Zeichen der Division ist entweder ein wagrechter Strich (—), in welchem Fall oberhalb des Striches der Dividend, und unterhalb des Striches der Divisor steht, oder man zeigt die Division durch zwei Punkte (:) an, in welchem Fall vor den Punkten der Dividend, und nach den Punkten der Divisor steht.

§. 6.

Als bekannt setze ich folgende Sätze aus der Lehre der gewöhnlichen Brüche voraus, und bemerke die Regeln für das Verfahren hier nur deßwegen, weil in der Folge öfters auf dieselben verwiesen werden muß.

§. 7.

Sollen Brüche addirt werden, so müssen dieselben eine solche Form haben, daß alle gleiche Nenner haben, d. h. sie müssen gleichnamig sein. Ist dies noch nicht der Fall, so muß man sie gleichnamig machen. Alsdann werden sämmtliche Zähler addirt, und die Summa erhält den gemeinschaftlichen Nenner (Generalnenner) zum Nenner. Ist dieser kleiner als der Zähler, so dividirt man damit in denselben; der Quotient gibt die in der

Summa enthaltenen Ganzen an, und der Rest die Bruchtheile. Sind außer den Bruchtheilen, die zu addiren sind, noch Ganze vorhanden, so werden diese besonders addirt

§. 8.

Sollen Brüche subtrahirt werden, so müssen sie gleichfalls gleichnamig sein, und dann zieht man den Zähler des Subtrahenden von dem Zähler des Minuenden ab. Der Rest erhält den gemeinschaftlichen Nenner. Sind Ganze vorhanden, so zieht man diese gleichfalls von einander ab. Ist der Zähler des Minuenden kleiner, als der Zähler des Subtrahenden, so entlehnt man von den bei dem Minuend vorkommenden Ganzen eines, welches so viele Bruchtheile hat, als der Nenner Einheiten hat, zählt diese zu dem Zähler des Minuenden und zieht alsdann den Zähler des Subtrahenden ab.

§. 9.

Sollen Brüche multiplicirt werden, so multiplicirt man Zähler mit Zähler und Nenner mit Nenner. Das erste Produkt gibt den neuen Zähler, das andere den neuen Nenner. Soll ein Bruch mit einer ganzen Zahl multiplicirt werden, so multiplicirt man entweder den Zähler, oder dividirt den Nenner, wenn die Division ohne Rest aufgeht. Sollen gemischte Brüche d. h. solche, vor denen noch ganze Zahlen stehen, mit einander multiplicirt werden, so muß man die ganzen Zahlen in Bruchtheile verwandeln und zu den dazu gehörigen Bruchtheilen dazu zählen, und alsdann wie mit ächten Brüchen verfahren.

§. 10.

Sollen Brüche durch einander dividirt werden, so kehre man den Divisor um und multiplicire. Kommen ganze Zahlen vor den Brüchen vor, so müssen sie zuerst in Bruchform verwandelt werden. Kommt eine ganze Zahl allein als Divisor oder Dividend vor, so gebe man ihr 1 zum Nenner, und hat

dadurch dieselbe in Bruchform dargestellt, und kann sich der gegebenen Regel bedienen.

§. 11.

Brüche aufheben heißt sie unbeschadet ihres Werthes in kleineren Zahlen ausdrücken. Dies geschieht dadurch, daß man mit ein und derselben Zahl in den Zähler und Nenner des Bruches dividirt. Haben Zähler und Nenner keinen gemeinschaftlichen Divisor mehr, so sagt man, daß die Brüche auf der kleinsten Benennung sind.

Erstes Kapitel.

Von den Decimalbrüchen und ihrem Gebrauche in den stöchiometrischen Rechnungen.

§. 12.

Jeder Bruch, dessen Nenner die Zahl 10 oder ein Produkt der Zahl 10 mit sich selbst, also 100, 1000 u. s. w. ist, heißt ein Decimalbruch. Diese Produkte der Zahl 10 mit sich selbst sind, wie man leicht einsieht, nur solche Zahlen, die aus der 1 mit rechts angehängten Nullen bestehen.

§. 13.

Da die Nenner der Decimalbrüche demnach nur aus der Zahl 1 mit angehängten Nullen bestehen, so könnte man sie als bekannt weglassen, da sie sich sogleich erkennen lassen, sobald es irgend ein Zeichen gibt, durch welches die Anzahl der im Nenner vorhandenen Nullen angegeben wird. Ein solches Zeichen gibt es nun wirklich, und man läßt deßwegen die Nenner der Decimalbrüche bei dem Anschreiben wirklich weg, und bezeichnet durch ein Komma im Zähler die Anzahl der Nullen des Nenners auf folgende Weise.

Man sezt das Komma so zwischen die Ziffern des Zählers, daß ihm eben so viele Ziffern zur rechten Seite stehen, als der Nenner Nullen hat. Diese rechts stehenden Ziffern nennt man Decimalstellen. Reicht die Zahl der Ziffern des Zählers nicht hin, die Zahl von Nullen des Nenners anzuzeigen, so sezt man zwischen das Komma und die folgenden Ziffern des Zählers die nöthige Anzahl der Nullen. Vor das Komma sezt man eine Null, um anzuzeigen, daß keine Ganzen vorhanden sind,

und nur Bruchtheile ausgedrückt werden sollen. Sind außer den Bruchtheilen aber noch Ganze anzugeben, so schreibt man sie vor das Komma. Nach dem Vorhergehenden wird man leicht folgende gleich geltende Ausdrücke verstehen, und jeden ausgesprochenen Decimalbruch richtig schreiben.

$3^{15}/_{100} = {}^{315}/_{100} = 3,15$; ${}^{46}/_{100} = 0,46$;

$6^{2}/_{1000} = {}^{6002}/_{1000} = 6,002$; ${}^{97}/_{10000} = 0,0097$.

§. 14.

Bei genauerer Betrachtung solcher Decimalbrüche und der Vergleichung mit ganzen Zahlen ergibt sich, daß bei denselben, wie bei ganzen Zahlen, jede Ziffer, die um eine Stelle weiter links steht, den zehnfach höheren Werth hat, als eine gleiche um eine Stelle weiter rechts stehende; z. B. bei 0,44 sind die 4 Zehntel, welche durch die neben dem Komma stehende 4 angezeigt werden, gleich 10×4 Hundertel. Es ergibt sich demnach, daß die Decimalbrüche in den Rechnungen auf dieselbe Weise behandelt werden können, wie unsere gewöhnlichen nach dem Decimalsysteme eingerichteten Zahlen, worin einer der wichtigsten Vortheile liegt, den man durch den Gebrauch der Decimalbrüche in den Rechnungen erhält. Ferner erhellt leicht, daß eine Multiplication mit 10, 100, 1000 u. s. w., so wie eine Division mit denselben Zahlen durch bloßes Versetzen des Komma vollzogen wird. Rückt man nämlich das Komma um eine Stelle weiter rechts, so bekommt dadurch jede einzelne Ziffer (mag sie Ganze oder Decimalstellen anzeigen) das Zehnfache ihres vorigen Werthes; z. B. 3,15 wird durch Versetzen des Komma um eine Stelle 31,5. Hier sind die 3 Einer zu Zehnern, das Zehntel zu einem Einer, die 5 Hundertel zu 5 Zehnteln geworden. Auf ähnliche Weise ergibt sich, daß durch Verrückung des Komma um 2 Stellen nach der rechten Seite zu jede einzelne Ziffer das Hundertfache ihres früheren Werthes erhält u. s. w. Deßgleichen sieht man leicht ein, daß die Ver-

setzung des Komma nach der linken Seite zu eine Division mit 10, 100, 1000 u. s. w. ist, je nachdem man das Komma um eine, zwei oder drei Ziffern weiter setzt.

§. 15.

Hängt man an den Zähler eines Decimalbruches am Ende eine beliebige Anzahl Nullen an, so werden dadurch zu gleicher Zeit an dem Nenner eine gleiche Anzahl von Nullen angehängt, da durch jede im Zähler angehängte Null die Zahl der Decimalstellen, mithin die Zahl der Nullen des Nenners um eine vermehrt wird, oder mit anderen Worten: durch das Anhängen von Nullen im Zähler wird Zähler und Nenner mit 10, 100, 1000 u. s. w. multiplicirt, je nachdem man eine, zwei, drei oder mehr Nullen angehängt hat. Dadurch wird der Werth des Bruches nicht geändert, da aus der Lehre von den gewöhnlichen Brüchen vorausgesezt werden darf, daß durch die Multiplication des Zählers der Werth des Bruches so oft vergrößert wird, als er durch die Multiplication des Nenners verkleinert wird, welche beide gleiche, aber entgegengesezte Veränderungen sich aufheben, folglich keinen Einfluß auf den Werth des Bruches haben. Aus diesem Allen geht hervor, daß man zweien Decimalbrüchen leicht denselben Nenner geben, d. h. sie gleichnamig machen kann, wenn man nur an denjenigen, welcher die geringere Anzahl von Decimalstellen hat, so viele Nullen anhängt, als der zweite, mit dem er gleichnamig gemacht werden soll, mehr Decimalstellen hat, so daß beide gleichviel Decimalstellen erhalten. Außerdem hat jede einzelne Ziffer, die gleichweit mit einer anderen nach derselben Seite hin vom Komma absteht, gleichen Lokalwerth, oder mit andern Worten, ist gleichnamig mit ihr; denn alle ersten Ziffern nach dem Komma sind Zehntel, alle zweiten Hundertel u. s. w. So wie man Nullen anhängen kann, kann man auch umgekehrt die am Ende vorkommenden Nullen weglassen, ohne den Werth des

Bruches zu verändern. Denn wenn man durch Anhängung von Nullen, 0,15 = 0,1500 erhält, so ist gewiß auch umgekehrt 0,1500 = 0,15. Soll nach dem eben Gesagten 0,15 mit 0,937 gleichnamig gemacht werden, so geschieht dieß offenbar dadurch, daß man an den Decimalbruch 0,15 eine Null anhängt, in welchem Fall beide Brüche in Tausendtel ausgedrückt, folglich gleichnamig sind. Außerdem sind die ersten Ziffern nach dem Komma (hier 1 und 9) und eben so die zweiten (hier 5 und 3), so wie die dritten (hier 0 und 7) mit einander gleichnamig.

§. 16.

Die Decimalbrüche können demnach, da sie ohne weitere Schwierigkeit unter einerlei Nenner gebracht werden können, oder die gleichweit vom Komma abstehenden Ziffern schon gleichnamig sind, auf die leichteste Weise addirt und subtrahirt werden. Hieraus und aus der in §. 14 angegebenen Uebereinstimmung der Decimalbrüche mit unserm Zahlensysteme entspringen viele Bequemlichkeiten, welche die Veranlassung waren, weßwegen man in den meisten stöchiometrischen Rechnungen Decimalbrüche statt der gewöhnlichen nahm. Um aber jede beliebige Bruchgröße in Form eines Decimalbruches ausdrücken zu können, muß man jeden gewöhnlichen Bruch in einen dem Werthe nach gleichen Decimalbruch verwandeln können, welche Aufgabe im folgenden §. aufgelöst wird.

§. 17.

Aufgabe.

Einen gewöhnlichen Bruch in einen Decimalbruch zu verwandeln.

Auflösung.

Man hänge an den Zähler des gewöhnlichen Bruches eine beliebige Anzahl Nullen, und dividire alsdann mit dem Nenner in den so veränderten Zähler. Nun können zwei Fälle eintreten: es geht nämlich die Division entweder auf,

oder nicht. Im ersten Falle läßt sich der gegebene gewöhnliche Bruch vollständig als Decimalbruch ausdrücken; im zweiten Falle wiederholen sich immer eine Reihe von Ziffern, und der Bruch, der alsdann nicht vollständig ist, heißt periodisch, was man gewöhnlich durch einige angehängte Punkte in der Art andeutet, daß die sich nach der Reihe wiederholenden Ziffern, die zusammen eine Periode ausmachen, durch darunter gesezte Punkte angezeigt werden, so wie es in den unten folgenden Beispielen geschehen ist. In beiden Fällen schneidet man nach vollendeter Division so viele Decimal-Stellen ab, als man Nullen an den Zähler angehängt hat, wobei zu bemerken ist, daß, wenn die Ziffern des Quotienten nicht hinreichen, um so viel Decimal-Stellen abzuschneiden, als man Nullen angehängt hat, man zwischen dieselben und das Komma die nöthige Anzahl Nullen sezt. War der zu verwandelnde Bruch ein ächter Bruch, so kommt natürlich vor das Komma eine Null; war er ein gemischter, so werden die in der Aufgabe gegebenen Ganzen vor das Komma gesezt. Im zweiten Fall, wenn die Division nicht ohne Rest aufgeht, muß man die Division so weit fortsetzen, bis entweder die Ziffern sich wiederholen, oder bis man so viele Decimalstellen erhalten hat, daß die zu führende Rechnung ein hinlänglich genaues Resultat gibt, was meistens der Fall ist, wenn man 3 bis 4 Decimalstellen bekommen hat. Der Grund des Verfahrens ist leicht einzusehen. Durch das Anhängen der Nullen an den Zähler wird der Bruch mit 10, 100, 1000 u. s. w. multiplicirt, je nachdem man eine, zwei, drei oder mehr Nullen angehängt hat; schneidet man nun eine, zwei, drei u. s. w. Decimalstellen ab, so dividirt man dadurch wieder mit 10, 100, 1000; denn dadurch, daß man von einer Zahl eine Decimalstelle abschneidet, werden die Einer zu Zehnteln, die Zehner zu Einern, die Hunderter zu Zehnern u. s. w., folglich behalten alle Ziffern nur den zehnten Theil ihres vorigen Werthes; wenn man

aber zwei Decimalen abschneidet, so werden aus Einern Hundertel, aus Zehnern Zehntel u. s. w., folglich behält jede Zahl nur den hundertsten Theil ihres anfänglichen Werthes. Auf dieselbe Weise ergibt sich, daß eine Zahl mit 1000 dividirt wird, wenn man 3 Decimalstellen abschneidet. Die Multiplication durch das Anhängen einer Anzahl von Nullen und die Division durch das Abschneiden einer gleichen Zahl von Decimalstellen heben sich nun als zwei gleiche, aber entgegengesezte Veränderungen auf, und der nur der Form nach veränderte Bruch hat noch seinen anfänglichen Werth, oder der gewöhnliche Bruch ist in einen ihm gleichen Decimalbruch verwandelt. Dabei ist nur noch zu bemerken, daß wenn man mehrere Decimalstellen wegläßt, man die lezte um eine Einheit erhöhen kann, wenn die erste der weggelassenen größer als 4 ist. Dies wird in den in diesem Buche vorkommenden Rechnungen geschehen, ohne daß es für die Zukunft besonders erwähnt wird. Beispiele werden das hier Gesagte und das ganze Verfahren anschaulich machen. Soll 1) der gewöhnliche Bruch 3/8 in einen Decimalbruch verwandelt werden, so hänge man an den Zähler 3 Nullen an, dividire und schneide nach der gegebenen Regel ab, so ergibt sich folgende Rechnung:

1) 3/8 = 0,375

```
8|30|375
  24
  --
   60
   56
   --
    40
    40
    --
    --
```

2) 5/64 = 0,078125

```
64|500|78125
   448
   ---
    520
    512
    ---
      80
      64
      --
      160
      128
      ---
       320
       320
       ---
       ---
```

3) $^7/_{11} = 0,\dot{6}\dot{3}\dot{6}\dot{3}\ldots$ 4) $^{23}/_{24} = 0,958\dot{3}\dot{3}\ldots$

```
11|70|636          24|230|95833
   66                 216
   --                 ---
    40                 140
    33                 120
    --                 ---
     70                 200
     66                 192
     --                 ---
      4                  80
                         72
                         --
                          80
                          72
                          --
                           8
```

Im dritten und vierten Beispiel, in welchen die Division nicht aufgeht, sieht man leicht, daß, sobald ein Rest zum Vorschein kommt, der schon einmal da war, dieselben Ziffern im Quotienten wiederkehren werden, weßhalb man die Division nicht weiter fortsezt, und von den Ziffern so viele nimmt, als nöthig ist. Nach diesen wird man nachfolgende Beispiele leicht rechnen können.

5) $^1/_2 = 0,5$
6) $^9/_{16} = 0,5625.$
7) $^{17}/_{125} = 0,136$
8) $^{13}/_{40} = 0,325$
9) $^1/_{99} = 0,\dot{0}\dot{1}\dot{0}\dot{1}\ldots$
10) $^1/_{999} = 0,\dot{0}\dot{0}\dot{1}\dot{0}\dot{0}\dot{1}\ldots$
11) $^8/_{13} = 0,6153846\ldots$
12) $^7/_{27} = 0,\dot{2}\dot{5}\dot{9}\ldots$
13) $^1/_{37} = 0,\dot{0}\dot{2}\dot{7}\ldots$
14) $^{43}/_{77} = 0,\dot{5}\dot{5}\dot{8}\dot{4}\dot{4}\dot{1}\ldots$
15) $^{29}/_{36} = 0,80\dot{5}\dot{5}\dot{5}\ldots$
16) $^5/_{12} = 0,41\dot{6}\dot{6}\ldots$

§. 18.

Anwendung des vorhergehenden §.

Bekanntlich ist nach dem deutschen Apothekergewicht

1 Pfund (℔) = 12 Unzen
1 Unze = 2 Loth
1 Loth = 4 Drachmen
1 Drachme = 3 Scrupel
1 Scrupel = 20 Gran

oder zusammengestellt

Pfund.	Unzen.	Loth.	Drachmen.	Scrupel.	Gran.
1	12	24	96	288	5760
	1	2	8	24	480
		1	4	12	240
			1	3	60
				1	20

Soll nun angegeben werden, der wievielste Theil irgend ein Gewichtstheil von einer größeren Einheit ist, und soll dies durch einen Decimalbruch geschehen, so bestimmt man zuerst durch einen gewöhnlichen Bruch, der wievielste Theil das gegebene Gewicht von demjenigen Gewicht ist, von dem es einen Bruch vorstellen soll, und verwandelt alsdann diesen gewöhnlichen Bruch in einen Decimalbruch. Soll z. B. in Decimaltheilen angegeben werden, der wievielste Theil ein Scrupel von einer Drachme ist, so ergibt sich aus der Darstellung der Gewichtverhältnisse, daß ein Scrupel der dritte Theil einer Drachme ist, folglich muß $\frac{1}{3}$ in einen Decimalbruch verwandelt werden. Nun ist $\frac{1}{3} = 0,\dot{3}\dot{3}..$, folglich ist ein Scrupel $= 0,\dot{3}\dot{3}.$ Drachmen.

2) Der wievielste Theil ist ein Scrupel von einem Loth?
Antw. Hier ist $\frac{1}{12} = 0,08\dot{3}\dot{3}\dot{3}\dot{3}..$

3) Der wievielste Theil ist 6 Gran von einem Loth?

Antw. 1 Gran ist $^{1}/_{240}$ Loth, folglich 6 Gran $^{6}/_{240} = {}^{1}/_{40}$. Nun ist $^{1}/_{40} = 0,025$ oder 6 Gran sind 0,025 Loth.

4) Welcher Decimalbruch gibt an, der wievielste Theil 7 Scrupel von einer Unze sind?

Antw. $^{7}/_{24} = 0,29166$.

5) Welcher Theil sind 45 Gran von 4 Drachmen?

Antw. Hier ist 1 Gran = $^{1}/_{60}$ von einer Drachme, folglich 45 Gran = $^{45}/_{60}$ Drachmen; demnach sind 45 Gran von 4 Drachmen $^{45}/_{4 \cdot 60} = {}^{45}/_{240} = 0,1875$.

6) Der wievielste Theil ist a) eine Unze, b) ein Loth, c) eine Drachme, d) ein Scrupel, e) ein Gran von einem Pfund?

Antw. a) $^{1}/_{12} = 0,0833$ . .
b) $^{1}/_{24} = 0,04166$ . .
c) $^{1}/_{96} = 0,0104166$ . .
d) $^{1}/_{288} = 0,0034722$ . .
e) $^{1}/_{5760} = 0,000173611$ . .

7) Der wievielste Theil ist a) ein Loth, b) eine Drachme, c) ein Scrupel, d) ein Gran von einer Unze?

Antw. a) 1 Loth = 0,5 Unze
b) 1 Drachme = 0,125 von einer Unze
c) 1 Scrupel = 0,04166 . . „
d) 1 Gran = 0,0020833 . . „

8) Der wievielste Theil ist a) eine Drachme, b) ein Scrupel, c) ein Gran von einem Loth?

Antw. a) 1 Drachme = 0,25 eines Lothes.
b) 1 Scrupel = 0,0833 . . „
c) 1 Gran = 0,004166 . . „

9) Der wievielste Theil ist a) ein Scrupel, b) ein Gran von einer Drachme?

Antw. a) 1 Scrupel = 0, 333.. einer Drachme.

b) 1 Gran = 0, 0166.. „ „

10) Der wievielste Theil ist ein Gran von einem Scrupel?

Antw. 1 Gran = 0, 05 eines Scrupels.

Diese Resultate sind hier in der Absicht zusammengestellt, damit man in vorkommenden Fällen davon Gebrauch machen kann, was vorzüglich dann von Vortheil ist, wenn eine nach Decimaltheilen gegebene Gewichtsmenge einer höheren Einheit in Gewichtstheilen niederer Einheiten ausgedrückt werden soll. Uebrigens wird man nach vorstehenden Beispielen jede beliebige Menge von Gewichtstheilen als einen Decimalbruch einer größeren Gewichtsmenge angeben können.

§. 19.

Aufgabe.

Decimalbrüche zu addiren.

Auflösung.

Man schreibe die Decimalbrüche, gleichviel, ob Ganze dabei sind, oder die Stelle der Ganzen durch eine Null ausgefüllt wird, so unter einander, daß die Kommata unter einander stehen, und addire alsdann die unter einander stehenden Ziffern der Decimalstellen sowohl, als der Ganzen wie ganze Zahlen. Ist am Ende die Zahl der Ziffern der zu addirrenden Decimalbrüche ungleich, so kann man sich nach §. 15. Nullen entweder wirklich anhängen, oder angehängt denken, so daß alle Summanden nach dem Komma gleichviel Ziffern haben. In der Summa setzt man das Komma unter die Kommata der Summanden. Der Grund des Verfahrens erhellt auf folgende Weise. Sollen Brüche addirt werden, so

kann dies nach §. 7. nur dann geschehen, wenn man sie unter einerlei Benennung gebracht hat. Dies kann aber bei Decimalbrüchen auf eine doppelte Weise zu Wege gebracht werden; denn entweder sezt man nach §. 15. an diejenigen Brüche, welche eine geringere Anzahl von Decimalstellen haben, so viele Nullen, daß alle Brüche gleichviel Decimalstellen erhalten, wodurch sie gleichnamig sind; oder man kann die vom Komma gleichweit abstehenden Ziffern schon als gleichnamig betrachten, und kann sie daher leicht zu den gleichnamigen setzen, wenn man die Kommata unter einander sezt. Diese Größen können demnach als gleichnamige wirklich addirt werden. Da ferner $^{10}/_{10} = 1$, $^{10}/_{100} = {}^{1}/_{10}$, $^{10}/_{1000} = {}^{1}/_{100}$ u. s. w. sind, so kann man, wie bei der Addition der ganzen Zahlen, so oft man bis 10 gezählt hat, Eins zur nächsten Ordnung hinüberzählen. Das Verfahren wird an folgenden Beispielen deutlich werden.

1)	2)	3)
0, 857	1, 007	0, 00076
0, 678	2, 346	13, 795
1, 535	3, 353	13, 79576

4)	5)	6)
12, 0134	0, 90058	7, 345
196, 785	7, 634	8, 26
7, 00006	3, 007956	37, 534
215, 79846	11, 542536	19, 0005
		10, 94
		103, 729
		186, 8085

7)	8)	9)
7, 6	19, 3576	113, 67849
138, 05934	17, 234	76, 859
15, 4	7652, 007	9, 7
10, 76	0, 5	5
0, 3592176	39, 069534	152, 6043
1365, 7	7, 83	7, 85976
37, 6483	5, 69784	9, 437
0, 005	2, 350006	8, 65
1575, 5318576	7744, 04598	7, 94
		391, 72855

§. 20.

Unter der unendlichen Menge von Anwendungen, welche dieser §. hat, finden nur folgende hier ihren Platz. Man benuzt die Aufgabe, die Decimalbrüche zu addiren, unter anderem auch da, wo das Gewicht der einzelnen Theile einer Mischung oder chemischen Verbindung bekannt ist, und hieraus das Gewicht der ganzen Menge gefunden werden soll. Es versteht sich von selbst, daß die Addition benannter Zahlen gerade so vorgenommen wird, wie die der unbenannten, daß sie demnach auch nur dann addirt werden können, wenn sie gleichnamig sind, d. h. in einerlei Gewichtstheilen ausgedrückt sind.

Beisp. 1. Das Atomgewicht des Weinsteins ist die Summa der Atomgewichte seiner einzelnen Bestandtheile. Er besteht aus

1) Kali, dessen Atomgewicht = 589,916
2) Weinsäure „ „ „ = 1673,9
3) Wasser „ „ „ = 112,48

folglich das Atomgewicht des Weinsteins = 2376,296

Anmerk. Dieser Ausdruck Atomgewicht steht hier, ohne daß seine Bedeutung erklärt ist, wie dies weiter unten geschieht. Ich glaubte mir dies erlauben zu dürfen, da dieser Ausdruck fast in allen chemischen Schriften vorkommt, und demnach bei Lesern dieser Schrift im Allgemeinen als bekannt vorausgesezt werden darf. Ferner bemerke ich noch, daß eine der wichtigsten Anwendungen dieses §. sich noch später unten finden wird, da außer der Addition auch die Multiplication und der Gebrauch der Tafeln bekannt sein muß.

Beisp. 2. Feldspath besteht aus

1) 16,7 Gewichtstheilen Kali,
2) 18,1 „ „ Alaunerde,
3) 65,2 „ „ Kieselsäure

100 ist demnach die Summe der Gewichtstheile des Feldspaths.

Beisp. 3. Aus einer Menge Ameisensäure habe man durch chemische Ausscheidung ihrer einzelnen Bestandtheile gefunden,

daß darin folgende einzelne Theile enthalten waren, deren Summa angegeben werden soll.

1) 78,8424 Gran Kohlenstoff,

2) 6,4368 „ Wasserstoff,

3) 154,7208 „ Sauerstoff, demnach ist die

Summa = 240 Gran = 1 Loth.

Beisp. 4. Eine gegebene Quantität schwefelsaures Zinkoxydkali besteht aus folgenden Theilen, deren Summa gefunden werden soll.

1) aus 31,941 Theilen Kali,

2) „ 27,246 „ Zinkoxyd,

3) „ 54,2715 „ Schwefelsäure

4) „ 36,5415 „ Wasser,

150 = der Anzahl der Theile der gegebenen Quantität des schwefelsauren Zinkoxydkalis.

Beisp. 5. Es soll angegeben werden, wie viel 1 Loth, 3 Drachmen, 2 Scrupel und 12 Gran von einem Pfunde sind.

Hier drücke man nach der in §. 18. angegebenen Weise die Gewichtsmengen in Decimalbrüchen aus und addire dieselben, so ist

1 Loth = $^1/_{24}$ = 0,041666 .

3 Drachmen = $^3/_{96}$ = 0,03125

2 Scrupel = $^2/_{288}$ = 0,006944 .

12 Gran = $^{12}/_{5760}$ = 0,002083 . Demnach ist

1 L. 3 D. 2 S. 12 G. = 0,081943 Pfund.

Dieses Beispiel hätte man auch so rechnen können:

1 Loth = 240 Gran

3 Drachmen = 180 „

2 Scrupel = 40 „

12 Gran = 12 „

Summa $\frac{472}{5760}$ Pfund.

Verwandelt man diesen Bruch in einen Decimalbruch, so erhält man 0,081944 . . Diese Verschiedenheit in der lezten Decimalstelle gleicht sich aus, sobald man bedenkt, daß man bei der ersten Auflösungsart die lezten Ziffern des Bruches 0,04166 . wegließ, ohne die lezte stehen bleibende um eine Einheit zu erhöhen, wiewohl die erste der weggelassenen größer als 4 ist. Würde man dies gethan haben, so würde man gleiche Resultate gefunden haben.

Nach diesen Beispielen wird es selbst dem Anfänger leicht sein, in vorkommenden Fällen dieser Art die Addition richtig anzuwenden.

§. 21.

Aufgabe.

Decimalbrüche zu subtrahiren.

Auflösung.

Man schreibe die Decimalbrüche so unter einander, daß die Kommata unter einander stehen, und ziehe dieselben alsdann von einander ab, wie ganze Zahlen. Im Reste sezt man das Komma unter die Kommata des Minuenden und Subtrahenden. Ist die Anzahl der Decimalstellen des Minuenden und Subtrahenden nicht gleich, so könnte man nach §. 15. durch angehängte Nullen dieselben gleich machen, was aber nicht nöthig ist, da man sich die Nullen hinzudenken kann, ohne sie wirklich zu schreiben. Der Grund des Verfahrens ist derselbe, wie bei der Addition; denn so wie man nur gleichnamige Bruchtheile zu gleichnamigen addiren kann, so können auch nur gleichnamige Bruchtheile von gleichnamigen abgezogen werden. Gleichnamige Bruchtheile erhält man aber entweder durch Anhängung von Nullen, oder dadurch, daß bei dem Untereinandersetzen der Kommata Zehntel unter Zehntel, Hundertel unter Hundertel u. s. w. zu stehen kommen. Ist dies aber der Fall, so werden immer gleichnamige Größen von einander abgezogen. Bei dem Entlehnen einer

höhern Einheit gilt Aehnliches, wie im §. 19., daß nämlich eine Einheit der höhern Ordnung immer zehn Einheiten der nächst niederen Ordnung hat, die rechts zunächst steht, da

$1 = {}^{10}/_{10}$, $^{1}/_{10} = {}^{10}/_{100}$ u. s. w. ist.

Aus nachfolgenden Beispielen wird die Sache und das Verfahren deutlich werden.

1) 0,947	2) 9,567	3) 213,5734
0,195	3,078	87,6572
0,752	6,489	125,9162
4) 54,763	5) 73,5673	6) 385,76943
0,921	12,889	72,57
53,842	60,6783	313,19943
7) 27,003	8) 129,57	9) 0,975
7,6854	6,894356	0,483764
19,3176	122,675644	0,491236
10) 23,005	11) 96,5	12) 0,5
4,76943	0,000783	0,0003
18,23557	96,499217	0,4997

§. 22.

Die Anwendungen des §. 21. sind vielfach, doch finde vor der Hand nur eine einzige hier ihren Platz. Häufig kennt man von chemischen Zusammensetzungen von mehreren Bestandtheilen die Zahl ihrer Theile, ferner die Summa aller; die Zahl der Stoffe eines Theiles aber ist unbekannt. Um eine Aufgabe dieser Art aufzulösen, addire man zuerst das Gewicht oder die Anzahl der Theile aller gegebenen einzelnen Stoffe, welche die Mischung constituiren, und zieht ihre Summa von der Summa aller Theile ab. Sind nur zwei Stoffe in einer Mischung, so fällt die hier angegebene Addition weg, und man erhält das gesuchte Resultat durch einfache Subtraktion der gegebenen Menge des ersten Stoffes von der Summa beider Stoffe. Folgende Beispiele werden die Sache klar machen.

Beisp. 1. Nach Berzelius besteht salzsaures Silberoxydul aus 75,279 Proc. Silber, 5,686 Proc. Oxygen, und der Rest aus Salzsäure. Demnach ist

$$\begin{array}{r} 75{,}279 \\ 5{,}686 \\ \hline \end{array}$$

Summa 80,965. Diese von 100 abgezogen geben folgende Rechnung:

$$\begin{array}{r} 100 \\ 80{,}965 \\ \hline 19{,}035 \end{array}$$ Proc. Salzsäure.

Beisp. 2. Nach Berzelius besteht das schwefelsaure Ammoniak aus Ammoniak, Schwefelsäure und Wasser, und zwar 23,917 Proc. Wasser, 53,281 Proc. Schwefelsäure, wie viel Proc. sind Ammoniak?

$$\begin{array}{r} 23{,}917 \\ 53{,}281 \\ \hline 77{,}198 \end{array}$$

Diese Summa von 100 abgezogen gibt die gesuchte Zahl der Proc. des Ammoniak:

$$\begin{array}{r} 100 \\ 77{,}198 \\ \hline 22{,}802 \end{array}$$ Proc. des Ammoniak.

Beisp. 3. Chlorzink besteht aus 1 Atom Zink und 2 Atom Chlor; das Atomgewicht von 2 Atom Chlor ist 442,650, das Atomgewicht des Chlorzinks ist 845,876, demnach das Atomgewicht des Zinks

$$\begin{array}{r} 845{,}876 \\ 442{,}650 \\ \hline 403{,}226 \end{array}$$

Beisp. 4. Die krystallisirte salpetersaure Strontianerde besteht aus 1 Atom Strontium in Verbindung mit 1 Atom Oxygen, aus 2 Atom Stickstoff mit 5 Atom Oxygen und 5mal 2 Atom Hydrogen mit 1 Atom Oxygen. Das Atomgewicht aller einzelnen Stoffe, mit Ausnahme des Strontiums, und das Atomgewicht ihrer Summa sei bekannt, und das Atomgewicht des Strontiums gesucht.

Es ist das Atomgewicht von 2 Atom Stickstoff = 177,036
5 Atom Sauerstoff = 500
5mal 2 Atom Hydrogen mit 1 Atom Oxygen = 562,398
1 Atom Oxygen = 100

1339,434

folglich ist das Atomgewicht des Strontiums =
1886, 719 — 1339, 434 = 547, 285.

Beisp. 5. Von 3 Loth und 6 Gran sollen 2,14567 Scrupel abgezogen werden.

Hier muß man alles zuerst auf eine Gewichtseinheit reduciren, und zwar am besten auf Scrupel. Es ist demnach

3 Loth = 36 Scrupel
6 Gran = 0,3 „

36,3
2,14567

34,15433 Scrupel.

Anmerk. Beispiele dieser Art kann man sich mit Hilfe der angehängten Tabellen leicht selbst bilden; erhält man am Ende wirklich die angegebene Atomzahl, wie hier beim Strontium, so ist dies als Probe der Rechnung anzusehen.

§. 23.

Aufgabe.

Decimalbrüche zu multipliciren.

Auflösung.

Man schreibe dieselben, ohne Rücksicht auf die Kommata zu nehmen, unter einander, und multiplicire sie wie ganze Zahlen. Im Produkte schneidet man so viele Decimalstellen ab, als beide Faktoren zusammen haben, weßwegen man, wenn die Anzahl der Decimalstellen beider Faktoren größer ist, als die Anzahl der Ziffern des Produktes, zwischen das Komma und die Ziffern des Produktes die nöthige Anzahl Nullen setzt. Der Grund

des Verfahrens ist folgender. Würde man die Decimalbrüche in Form gewöhnlicher Brüche schreiben, so müßte man Zähler mit Zähler und Nenner mit Nenner multipliciren; das erste Produkt erhält man auf die im Anfang dieses §. angegebene Weise, und das zweite Produkt bestünde, da beide Nenner nur aus der Einheit mit angehängten Nullen bestehen, selbst nur aus der Einheit mit so vielen rechts angehängten Nullen, als beide Nenner zusammen haben, oder mit andern Worten, aus der Einheit mit so vielen angehängten Nullen, als beide Faktoren zusammen Decimalstellen haben. Soll man nun diese Menge von Nullen des Nenners durch ein Komma im Zähler anzeigen, so muß man so viele Decimalstellen abschneiden, als beide Faktoren zusammen haben. Um dies an einem bestimmten Beispiel deutlich zu machen, multiplicire man 0,0385 mit 0,018.

Hier ist $0{,}0385 \cdot 0{,}018 = {}^{385}/_{10000} \cdot {}^{18}/_{1000}$. Hier muß man nach §. 9. Zähler mit Zähler multipliciren oder 385 mit 18, d. h. die Decimalbrüche, ohne Rücksicht auf die Kommata zu nehmen. Dadurch erhält man 6930. Den zugehörigen Nenner findet man durch Multiplikation der beiden Nenner $10000 \cdot 1000 = 10000000$ eine aus der Einheit mit so vielen angehängten Nullen bestehende Zahl, als beide Nenner zusammen haben. Die Zahl der Nullen eines jeden Nenners ist aber gleich der Zahl der Decimalstellen des Zählers, weßwegen man diese nur zu addiren braucht, um die Zahl der Nullen des Nenners des Produktes zu erhalten. Soll nun endlich der Bruch ${}^{6930}/_{10000000}$ als Decimalbruch geschrieben werden, so ist nur nöthig, daß man nach §. 13. den gewöhnlichen Bruch in Form eines Decimalbruches schreibt, wobei man so viele Decimalstellen abzuschneiden hat, als der Nenner Nullen hat, d. h. so viele, als beide Faktoren zusammen haben. Nach Diesem wird man nachfolgende Beispiele leicht verstehen.

1)	2)	3)
3,85	0,015	0,0056
2,43	3,4	36
11 55	60	336
1540	45	168
770	0,0510	0,2016
9,3555		

4) 7,21 . 0,35 = 2,5235.

5) 0,15 . 0,006 = 0,0009.

6) 3,1415 . 25, 4 = 79,7941.

7) 36000 . 0,5 = 18000.

8) 3785 . 0,0000054 = 0,020439.

9) 32,76859 . 13,0076 = 426,240711284.

10) 113,5 . 0,072 = 8,172.

§. 24.

Hier findet nur eine Anwendung ihren Platz, obwohl man in der Folge sehen wird, daß fast bei jeder Rechnung die Multiplication der Decimalbrüche vorkommt.

In den am Ende des Bruchs angehängten Tabellen sind die Atomgewichte der einfachen Stoffe angegeben. Ist nun bekannt, aus wie viel Atomen der einfachen Stoffe eine Zusammensetzung besteht, so kann man aus dem Atomgewicht der einfachen Stoffe das Atomgewicht der Zusammensetzung finden. Man multiplicirt nämlich das Atomgewicht der einfachen Stoffe mit der Zahl der Atome, die davon in der Zusammensetzung enthalten sind, und addirt alsdann diese einzelnen Produkte. Nachfolgende Beispiele werden das Ganze deutlich machen.

Beisp. 1. Es ist das Atomgewicht des Cyanwasserstoffes zu finden, wenn derselbe aus 2 Atom Wasserstoff und 1 Atom Cyan besteht, und der Cyan selbst aus 2 Atom Stickstoff und 2 Atom Kohlenstoff. Demnach erhält man

2 . 1 Atom Wasserstoff	= 2 . 6,2398	= 12,4796
2 . 1 „ Stickstoff	= 2 . 88,518	= 177,036
2 . 1 „ Kohlenstoff	= 2 . 76,437	= 152,874
		342,3896

Da die Atomgewichte gewöhnlich nur auf 3 Decimalstellen angegeben werden, so kann man hier die vierte Ziffer 6 weglassen, wenn man die dritte um eine Einheit erhöht. Demnach erhält man hier das Atomgewicht des Cyanwasserstoffs = 342,390.

Beisp. 2. Man soll das Atomgewicht der einfachen phosphorsauren Baryterde oder des phosphorsauren Barytoxyds finden, wenn bekannt ist, daß sie aus 2 Atomen Baryterde und 1 Atom Phosphorsäure besteht. Die Baryterde selbst aber besteht aus 1 Atom Sauerstoff und 1 Atom Baryum; die Phosphorsäure aber = 2 Atom Phosphor und 5 Atom Sauerstoff. Demnach erhält man 2 Atom Baryterde ist gleich 2 Atom Sauerstoff + 2 Atom Baryum.

2 . 1 Atom	Sauerstoff	= 2 . 100	=	200
2 . 1 „	Baryum	= 2 . 856,880	=	1713,760
2 . 1 „	Phosphor	= 2 . 196,155	=	392,310
5 . 1 „	Sauerstoff	= 5 . 100	=	500
		folglich ist das gesuchte	=	2806,070

Beisp. 3. Die zweifach phosphorsaure Baryterde soll bestimmt werden; sie besteht aus 1 Atom Baryterde gegen 1 Atom Phosphorsäure; demnach erhält man

1 Atom	Sauerstoff	= 100
1 „	Baryum	= 856,880
2 . 1 „	Phosphor	= 392,310
5 . 1 „	Sauerstoff	= 500
		1849,190 = dem Atomgewicht

der zweifach phosphorsauren Baryterde.

Beisp. 4. Man soll das Atomgewicht der wasserfreien Essigsäure finden, die aus 4 Atom Carbonium, 6 Atom Wasserstoff und 3 Atom Sauerstoff besteht. Man erhält demnach

4 . 1 Atom	Carbonium	= 4 . 76,437	=	305,748
6 . 1 „	Wasserstoff	= 6 . 6,2398	=	37,4388
3 . 1 „	Sauerstoff	= 3 . 100	=	300,
				643,1868

Läßt man hier wieder die lezte Ziffer 8 weg, und erhebt dafür die vorlezte um 1, so erhält man 643,187, eine Zahl, die gewöhnlich für das Atomgewicht der wasserfreien Essigsäure angegeben wird.

Beisp. 5. Man soll das Atomgewicht der Oelsäure finden, wenn dieselbe aus 70 Atom Carbonium, 117 Atom Hydrogen und 5 Atom Oxygen besteht.

Man nehme aus der Tabelle die Atomgewichte der angegebenen einfachen Stoffe, so erhält man folgende Rechnung

70 . 1	Atom Carbonium	= 70 . 76,437	=	5350,590
117 . 1	„ Hydrogen	= 117 . 6,2398	=	730,0566
5 . 1	„ Oxygen	= 5 . 100	=	500
				6580,6466

oder mit Weglassung der lezten und Erhebung der vorlezten Ziffer ist das Atomgewicht der Oelsäure = 6580,647.

Beisp. 6. Man soll das Atomgewicht der Essignaphta finden. Sie besteht aus 4 Atom Carbonium, 10 Atom Hydrogen, 1 Atom Oxygen und 1 Atom wasserfreier Essigsäure. Man erhält demnach

4 . 1	Atom Carbonium	= 4 . 76,437	=	305,748
10 . 1	„ Hydrogen	= 10 . 6,2398	=	62,398
1	„ Oxygen		=	100
1	„ Essigsäure (nach Beisp. 4 dieses §.)		=	643,1868
				1111,3328

oder mit Weglassung der lezten und Erhebung der vorlezten Ziffer ist das Atomgewicht der Essignaphta = 1111,333.

Nach diesen Beispielen wird es dem Anfänger leicht sein, aus den Atomzahlen der einfachen Stoffe die Atomzahlen der Mischungen zusammenzusetzen, sobald man die Zahl der Atome der einzelnen Stoffe kennt. Die Atomzahlen der einfachen Stoffe sind in den angehängten Tabellen enthalten, und die Zahl der Atome in den Formeln der zusammengesezten Stoffe. Mehrere

Beispiele sind deßwegen nicht nöthig, da der Leser sich demnach nach jeder beliebigen Formel leicht mehrere bilden kann.

§. 25.

Aufgabe.

Decimalbrüche zu dividiren.

Auflösung.

Man dividire, ohne Rücksicht auf die Kommata zu nehmen, wie mit ganzen Zahlen. Geht die Division nicht auf, so hängt man Nullen an, bis der Quotient entweder, wie in §. 17., periodisch wird, oder sich so weit dem wahren Werthe genähert hat, als es die Schärfe der Rechnung verlangt. Ist die Division vollendet, so hat man, um die Zahl der Decimalstellen zu bestimmen, auf Folgendes zu merken. Es können drei Fälle eintreten, denn entweder haben der Divisor und Dividend gleichviel Decimalstellen, oder der Divisor hat mehr Decimalstellen, als der Dividend, oder endlich der Dividend hat mehr Decimalstellen, als der Divisor. Im ersten Fall ist der Quotient eine ganze Zahl; im zweiten Fall hängt man an den Dividend so viele Nullen an, daß Divisor und Dividend gleichviel Decimalstellen haben, und dann ist der Quotient gleichfalls eine ganze Zahl; im lezten Fall schneidet man im Quotienten so viele Decimalstellen ab, als der Dividend mehr hat als der Divisor. Jede im Dividend angehängte Null, wenn die Division nicht aufgeht, wird für eine Decimalstelle gerechnet. Reichen die Ziffern des Quotienten nicht hin, um die gehörige Anzahl von Decimalstellen abzuschneiden, so sezt man die nöthige Anzahl Nullen zwischen das Komma und die Ziffern des Quotienten. Der Grund des Verfahrens erhellt auf folgende Weise. Man schreibe die Brüche wie gewöhnliche Brüche und behandle sie alsdann nach der im §. 10. gegebenen Regel, so heben sich, wenn die Anzahl der Decimalstellen des Divisors und Dividends gleich

ist, die Nenner ganz auf, und der Quotient gibt das Resultat in ganzen Zahlen. Z. B.

$0{,}16 : 0{,}08 = {}^{16}/_{100} : {}^{8}/_{100} = {}^{16}/_{100} \cdot {}^{100}/_{8} = {}^{1600}/_{800} = {}^{16}/_{8} = 2.$

Im zweiten Fall, wenn der Divisor mehr Decimalstellen hat, als der Dividend, heben sich von den Nullen des neuen Zählers nur so viele auf, als der neue Nenner hat, folglich werden an den Zähler so viele Nullen angehängt, als der Divisor mehr hat als der Dividend, und dann ist der Quotient wieder eine ganze Zahl. Z. B.

$1{,}44 : 0{,}0009 = {}^{144}/_{100} : {}^{9}/_{10000} = {}^{144}/_{100} \cdot {}^{10000}/_{9} = {}^{1440000}/_{900}.$

Hier heben sich nun 2 Nullen im Zähler und Nenner auf und der übrige Quotient ist eine ganze Zahl, oder ${}^{14400}/_{9} = 1600$. Demnach sind im Dividend so viele Nullen angehängt worden, als der Dividend mehr Decimalstellen hatte, als der Divisor.

Im dritten Falle heben sich die Nullen des neuen Zählers ganz auf, und die Nullen, welche der Nenner des Dividenden mehr hat, als der Nenner des Divisors, bleiben übrig und erscheinen demnach im Resultate als Decimalstellen, woraus erhellt, daß im Quotienten so viele abgeschnitten werden müssen, als der Dividend mehr hat als der Divisor. Z. B.

$0{,}024 : 0{,}6 = {}^{24}/_{1000} : {}^{6}/_{10} = {}^{24}/_{1000} \cdot {}^{10}/_{6} = {}^{24}/_{600} = {}^{4}/_{100} = 0{,}04.$

Nach dem Gesagten wird man folgende Beispiele leicht verstehen.

Beisp. 1. 83,2528 : 2,44 = 34,12.

```
2,44|83,2528|34,12
    |732    |
     ----
     1005
      976
      ----
       292
       244
       ----
        488
        488
        ---
        ---
```

Beisp. 2. 98,784 : 48 = 2,058

```
48|98,784|2,058
  |96    |
   278
   240
    384
    384
    ---
```

Beisp. 3. 59,4 : 0,0036 = 16500

```
0,0036|59,4|16500
      |36  |
       234
       216
        18000
        180
        ---
```

Beisp. 4. 311,36 : 1,12 = 278.

```
1,12|311,36|278
    |224   |
     873
     784
      896
      896
      ---
```

Beisp. 5. 0,01728 : 3,6 = 0,0048

```
3,6|0,01728|48
   |    144|
        288
        288
        ---
```

Beisp. 6. 213,57 : 1,8 = 118,65

```
1,8|213,57|118,65
   |18    |
    33
    18
    155
    144
     117
     108
      .90
       90
       --
```

Beisp. 7. 30582 : 712 = 42,85 . .

```
712|30582|42,95 . .
   |2848 |
    2102
    1424
     6780
     6408
      3720
      3560
       160
```

Beisp. 8. 3,54 : 7 = 0,50571428 .

Beisp. 9. 1114,869145005 : 0,385 = 2895,764013

Beisp. 10. 37,4 : 2,4 = 15,5833 .

Beisp. 11. 0,01765125 : 375 = 0,00004707

Beisp. 12. 38076 : 137 = 277,92700729 . . .

§. 26.

Anwendung der Division auf die Berechnung des specifischen und absoluten Gewichtes der Körper.

Jeder Körper strebt nach dem Mittelpunkte der Erde, und fällt, wenn er nicht durch eine Unterlage unterstützt wird. Auf diese Unterlage übt er einen Druck aus, der die Schwere des

Körpers heißt. Man kann die Schwere eines Körpers messen, wenn man den Druck desselben mit dem Druck eines andern Körpers, welchen man als Einheit annimmt, vergleicht. Dieser als Einheit angenommene Druck eines Körpers heißt alsdann Gewicht. Zählt man von einem Körper die Menge der Gewichtstheile, die man als Einheit angenommen hat, ohne Rücksicht auf die Masse, so findet man das absolute Gewicht des Körpers. Wiegt man aber eine Reihe von Körper von gleichem Volumen unter übrigens gleichen Verhältnissen (z. B. gleiche Temperatur), nimmt das absolute Gewicht einer Größe als Einheit an, und untersucht, wie vielmal größer (oder der wievielste Theil) die Gewichte der andern Körper sind, als das Gewicht, welches man als Einheit genommen hat, oder mit andern Worten, wenn man mit dem absoluten Gewicht eines Körpers die absoluten Gewichte der übrigen dividirt, so erhält man die Verhältnißzahlen der gewogenen Körper, und diese geben das specifische Gewicht derselben an.

Schwierig wäre es aber, alle zu bestimmenden Stoffe auf ein gleiches Volumen zu reduciren, was nach dem Vorhergehenden vorausgesezt sein müßte. Daher muß man sich in den meisten Fällen auf andere Weise helfen. Bei den Versuchen hierüber unterscheidet man 1) feste Körper, 2) tropfbar flüssige, 3) gasförmige. Als Einheit nimmt man gewöhnlich destillirtes Wasser im Zustande der größten Dichtigkeit an. Bei festen Körpern, die sich nicht im Wasser auflösen und nicht Wasser einschlucken, verfährt man auf folgende Weise. Man wiegt einen Körper einmal außer dem Wasser, und einmal im Wasser, so wird er das zweitemal so viel weniger wiegen, als das Wasser wiegt, welches einen gleichen Raum mit dem gewogenen Körper einnimmt. Um das Wiegen im Wasser zu bewerkstelligen, kann man auf verschiedene Weise verfahren; entweder hängt man den zu wiegenden Körper an einem feinen Haare so an die eine Wagschale, daß man durch ein untergeschobenes Glas Wasser

den Körper in Wasser eintauchen kann, in welchem Fall man durch doppeltes Wiegen die zwei gesuchten Resultate erhält; oder man wiegt ein genau bis an den Rand gefülltes Gefäß mit Wasser, nebst dem Körper, das erstemal, und das zweitemal wirft man den zu bestimmenden Körper in das Gefäß, wobei man alsdann alles ablaufende Wasser, welches durch den in das Gefäß geworfenen Körper verdrängt wird, sorgfältig abwischen muß. Ist nun das Gewicht des Wassers = 1, so muß man das absolute Gewicht des Körpers dividiren durch das Gewicht des verdrängten Wassers und erhält dadurch das specifische Gewicht. Ist der zu bestimmende Körper ein solcher, der sich im Wasser auflöst, so gebraucht man statt des Wassers eine andere Flüssigkeit, z. B. Weingeist oder Oel, deren specifisches Gewicht schon bekannt ist, und in denen sich der zu bestimmende Körper nicht auflöst. Die specifischen Gewichte der Flüssigkeiten findet man einfach dadurch, daß man ein Gefäß einmal mit Wasser füllt und wiegt, und ein anderesmal mit der zu bestimmenden Flüssigkeit, und hierauf mit dem Gewicht des Wassers das Gewicht der Flüssigkeit dividirt. Die specifischen Gewichte der gasförmigen Stoffe findet man, indem man eine Glaskugel an den Recipienten einer Luftpumpe bringt, ihn luftleer macht und dann durch einen Hahn abschließt. Hierauf wiegt man die Kugel 1) luftleer, 2) mit atmosphärischer Luft gefüllt und 3) mit dem zu bestimmenden Gase gefüllt. Durch den zweiten und dritten Versuch, im Vergleich zum ersten, erhält man das Gewicht einer gewissen Menge atmosphärischer Luft und derselben Menge des zu bestimmenden Gases. Dividirt man das lezte Gewicht durch das erste, so erhält man das specifische Gewicht des zu bestimmenden Gases, wobei die atmosphärische Luft = 1 gesezt ist. Ich übergehe hier die besondern Vorsichtsmaßregeln, die bei diesen sämmtlichen Versuchen angewendet werden müssen, da dies in das Gebiet der Physik gehört, wohin ich verweise, und hier die Sache nur aus dem Grund erwähnt wurde, da sie

eine Anwendung der Division enthält. Beispiele führe ich hier der Kürze wegen nicht an, da ohnehin über die Berechnung des specifischen und absoluten Gewichtes in diesem Werke noch mehr vorkommen wird. Hier mögen nur folgende Tabellen ihren Platz finden, deren Anwendung zum Theil im folgenden §. gegeben ist, zum Theil erst später. Sie sind aus Biot's Physik entlehnt.

I. Tabelle
über
die specifischen Gewichte der Metalle.

Namen des Metalls.	Specifisches Gewicht.	Namen der Beobachter.
Antimon	6,702	Brisson.
	6,712	Hatchett.
	6,723	Böckmann.
	6,860	Bergmann.
Arsenik	8,308	Bergmann.
Baryum	4,0 oder etwas darüber	Clarke.
Blei	11,352	Brisson.
(gehämmertes)	11,358 bis 11,388	Moreau.
Cadmium (geschmolzen) . .	8, 604	Stromeyer.
(gehämmert) . .	8,6944	
Chrom	5,90	Richter.
Eisen (gehämmert)	7,788	Brisson.
Gold (geschmolzen) . . .	19,26	
(gehämmmert) . . .	19,36	
Iridium	18,68	Children.
Kalium	0,86507 bei 15° C.	Gay-Lussac und Thénard.
Kobalt	8,5384	Tassaert und Hauy
	8,7	Lampadius.
Kupfer (geschmolzen) . . .	8,788	Brisson.
(Draht)	8,878	
(feines schwedisches) .	8,895 bei 15°,5 C.	Hatchett.
Mangan	7,0	Hielm.
	8,013	John.
Molybdän	7,5	Hielm.
	8,6	Bucholz.

Namen des Metalls.	Specifisches Gewicht.	Namen der Beobachter.
Natronium	0,97223 bei 15° C.	Gay-Lussac und Thénard.
	0,9348	Davy.
Nickel (geschmolzen)	8,279	Richter.
	8,38	Tupputi.
	8,402	Tourte.
(geschmiedetes) . . .	8,666	Richter.
	8,82	Tupputi.
	8,932	Tourte.
Palladium (gehämmert)	11,3	Wollaston.
(gewalzt)	11,8	
Platin (gehämmert) . . .	20,857	Clarke.
	20,98	Borda.
	21,061	Sickingen.
	21,25	Farad und Stodart.
	21,53	Wollaston.
	21,74	Klaproth.
Quecksilber	13,568	Cavendish und Brisson.
	13,575	Fahrenheit.
	13,613	Biddler.
	13,619 bei 0	Cavallo.
	13,580 bei 9°,6 C.	
	13,375 bei 100° C.	
	14,4 in fest. Zust.	
Rhodium	11	Wollaston.
Scheel	17,22	Allen.
Silber (geschmolzen) . . .	11,4743	Brisson.
(geschmiedet)	10,510	
Tellur	6,115	Klaproth.
	6,343	Reichenstein.
Uran	9,0	Bucholz.
	6,94	Richter.
	6,44	Klaproth.
Wismuth	9,67	Bergmann.
	9,822	Brisson.
Wolfram	17,6 bei 17°,5	d'Elhuyart.
Zink (geschmolzen)	6,861	Brisson.
(gehämmert)	7,1908	
Zinn (geschmolzen)	7,291	
(gehämmert)	7,299	

II. Tabelle
über
die specifischen Gewichte verschiedener Flüssigkeiten.

Namen der Flüssigkeit.	Specifisches Gewicht.	Temp. C.	Beobachter.
Aether (absoluter)	0,7155	20°	Saussure.
Alkohol „ „	0,791	20	Meißner, Yelin, Fuchs.
Anisöl	0,9958	15,6	Brandes.
	0,9857	25	Saussure.
Blausäure	0,70583	7	Gay-Lussac.
	0,6969	18	„ „
Essignaphtha	0,866	7	Thénard.
Essigsäure (reine)	1,06296	15⁵/₉	Thomson.
Gewürznelkenöl	1,0660	15,6	Brandes.
Jodwasserstoffnaphta	1,9206	22,3	Gay-Lussac.
Kochsalzlauge (bei 18° ³/₄ gesättigt)	1,2078	18³/₄	Bischof.
Leinöl	0,9395	12	Saussure.
	0,8815	94	„
Mandelöl	0,9231	6	Schübler.
	0,9180	15	„
	0,8632	94	Saussure.
Meerwasser	1,02 bis 1,04	—	„
Olivenöl	0,9177	15	Schmidt.
Salpetersäure (conc.)	1,513	?	Thénard.
Salznaphtha (leichte)	0,869	0	Pfaff.
Salzsäure (conc.)	1,20	15⁵/₉	Ure.
Schwefelsäure (conc.)	1,8752	0	Parkes.
	1,8519	7,66	„
	1,8501	13,33	„
	1,8435	20	„
	1,842	20	Thénard.
	1,8271	88,88	Parkes.
Steinöl (von Amiano rect.) . .	0,758	19	Saussure.
Terpentinöl (rect.)	0,8725	15,6	Brandes.
	0,86	22	Saussure.
Wein (Hochheimer)	0,98873	15⁵/₉	Brandes.

III. Tabelle
über
die specifischen Gewichte der wichtigsten Gasarten.

Substanzen.	Dichtigkeiten, durch Versuche ausgemittelt.		Dichtigkeiten, aus dem Verhältniß der Bestandtheile und der Zusammenziehung des Volumens berechnet.	
Atmosphärische Luft	1,00000	Biot und Arago.		
Sauerstoffgas . . .	1,10359			
Stickstoffgas . . .	0,96913			
Wasserstoffgas . . .	0,07321			
Kohlensaures Gas .	1,51961			
Ammoniakgas . . .	0,59669	. . . . .	0,59438.	3 Vol. Wasserstoff u. 1 Stickst. zusammengez. in 2 Vol.
Salzsaures Gas . .	1,24740			
Chlor	2,470.	Gay-Luss. und Thénard .	2,421.	Unter der Annahme, daß 1 Vol. Chlor. u. 1 Vol. Wasserstoff 2 Vol. salzs. Gas bilden.
Kohlenstofforydgas .	0,9569.	Cruikshanks	0,96782.	
Orydirtes Stickgas .	1,5204.	Colin . .	1,52092.	1 Vol. Stickst. und ½ Vol. Sauerstoff auf 1 Vol. reducirt.
Salpetergas . . .	1,0388.	Bérard . .		
Schwefelwasserstoffgas	1,1912	Gay-Luss. u. Thénard		
Schwefligsaures Gas	2,1204			
Oelerzeugendes Gas	0,97804.	Th. v. Saussure.		
Flußborsaures Gas	2.3709	John Davy		
Kieselflußsaures Gas	3,5737			
Phosgengas . . .	. . . .		3,3888 nach J. Davy.	
Jodwasserstoffsaures Gas	4,443.	Gay Lussac	4,4288.	

Anmerk. Wenn das Wasser sich in dem Zustande der größten Dichtigkeit befindet, nämlich bei 3,5° R., so wiegt 1 Par. Kubikfuß Wasser 645343 Par. Gran = 70 Pfund 223 Gran.

§. 27.

Aus dem Vorhergehenden ergibt sich, daß das absolute Gewicht jeder beliebigen Menge eines Stoffes gefunden werden kann, wenn man das specifische Gewicht desselben multiplicirt mit dem absoluten Gewicht derselben Menge von Wasser. Wenn z. B. der Cubikfuß Wasser circa 70 Pfund wiegt, und das specifische Gewicht des Eisens 7,788 ist, so erhält man das absolute Gewicht eines Cubikfußes Eisen =

```
  7,788
     70
-------
545,160
```

Nach diesem Beispiele kann man mit Hilfe der vorhergehenden Tabellen leicht jede beliebige Menge der einzelnen Stoffe berechnen.

§. 28.

Eine andere Anwendung findet die Division und Multiplication der Decimalbrüche in folgendem Fall, wenn zu bestimmen ist, wie viel Unzen, Loth, Drachmen, Scrupel und Gran in einem gegebenen Bruche eines Pfundes u. s. w. enthalten sind, oder allgemein, wie viel ein Bruch einer höhern Einheit in niederern Gewichtseinheiten beträgt. Hier verwandelt man zuerst den gewöhnlichen Bruch in einen Decimalbruch, und dividirt alsdann mit den im §. 18., Beisp. 6. bis 10. gefundenen Zahlen nach der Reihe.

Beisp. 1. Es soll gefunden werden, wie viel $^{11}/_{16}$ Pfund nach Unzen, Loth u. s. w. sind. Man erhält nach §. 17.

$$^{11}/_{16} = 0{,}6875.$$

Diesen Bruch dividire man mit $0{,}08\dot{3}\dot{3}\dot{3}$

```
0,08333 | 0,68750 | 8 Unzen
   ...  |  66664  |
        ---------
          0,02086
```

In diesen Rest sollte man mit 0,04166 dividiren, in welchem Fall man einen Quotienten erhalten würde, der bloß aus Bruchtheilen bestünde, weil der Divisor größer als der Dividend ist; demnach enthält der Bruch außer den 8 Unzen keine ganzen Lothe. Nun dividire man mit der folgenden Zahl, nämlich mit 0,0104166. Dies gibt

0,0104166	0,0208600	2 Drachmen
	208332	
	0,0000268	

Dieser Rest kann als unbedeutend weggelassen und somit die Division als beendet angesehen werden. Demnach ist 11/16 Pfund = 8 Unzen, 2 Drachmen. Für das folgende Beispiel muß bemerkt werden, daß in den Fällen, in welchen die Verwandlung des gewöhnlichen Bruches in einen Decimalbruch nicht vollständig ausgeführt werden kann, die Rechnung nur näherungsweise geführt wird, doch so, daß das Fehlende wohl weggelassen werden kann.

Beisp. 2. Es soll bestimmt werden, wie viel 13/18 Pfund in niederern Einheiten ist.

Hier ist 13/18 = 0,722. Nun dividire man mit 0,0833,

0,08333	0,72222	8 Unzen
	66664	
	0,055582	

In diesen Rest dividire man mit 0,04166

0,041666	0,055582	1 Loth
	41666	
	0,013916	

In diesen Rest dividire man mit 0,0104166

0,0104166	0,0139166	1 Drachme
	104166	
	0,0034992	

In diesen Rest dividire man wieder mit 0,0034722.

0,0034722	0,0034992	1 Scrupel
	34722	
	0,0000270	

Diesen Rest lasse man als zu klein weg, folglich ist $^{13}/_{18}$ Pfund = 8 Unzen, 1 Loth, 1 Drachme, 1 Scrupel.

Beisp. 3. Wie viel beträgt $^1/_5$ Unze nach Drachmen, Scrupel und Gran?

1 Unze ist = 0,0833 von einem Pfund, also der fünfte Theil davon = $\frac{0,0833}{5}$ = 0,01666

In diesen Bruch dividire man mit 0,0104166

0,0104166	0,016666	1 Drachme
	10416	
	0,006250	

In diesen Rest dividire man mit 0,00347

0,00347	0,00625	1 Scrupel
	347	
	0,00278	

In diesen Rest dividire man mit 0,000173

0,000173	0,002780	16 Gran
	173	
	1050	
	1038	

Demnach ist $^1/_5$ Unze = 1 Drachme, 1 Scrupel, 16 Gran.

Dieses lezte Beispiel kann man auch auf andere Art behandeln, nämlich auf folgende Weise:

$^1/_5$ Unze = 0,2.

Da nun 1 Drachme der achte Theil einer Unze ist, so multiplicire man die gegebene Menge von Unzen mit 8, so erhält man dafür Drachmen, demnach ist

0,2 Unzen = 0,2 . 8 Drachmen = 1,6 Drachmen.

0,6 Drachmen mache man durch Multiplikation mit 3 zu Scrupeln, so erhält man

0,6 Drachmen = 0,6 . 3 Scrupel = 1,8 Scrupel.

0,8 Scrupel durch Multiplikation mit 20 zu Gran gemacht, gibt 0,8 Scrupel = 0,8 . 20 Gran = 16 Gran.

Dieß ist dasselbe Resultat, wie in voriger Auflösung. Der in der ersten Auflösung vorkommende Bruch kommt daher, daß die im §. 18. angegebenen Brüche nicht vollständig sind.

Beisp. 4. Wie viel beträgt $^5/_{16}$ Unzen in niederern Einheiten?

$^5/_{16}$ = 0,3125. Diesen Bruch multiplicire man mit 2, so erhält man die Gewichtsmenge in Lothen ausgedrückt

0,3125 . 2 = 0,625 Loth.

Demnach ist $^5/_{16}$ Unzen kein ganzes Loth. Nun multiplicire man mit 4, um die Lothe zu Drachmen zu machen, so erhält man 0,625 . 4 = 2,5 Drachmen.

Den Bruch 0,5 mit 3 zu Scrupeln gemacht, gibt 1,5 Sc., und den Bruch 0,5 Sc. mit 20 zu Gran gemacht, gibt 10 Gran. Demnach ist $^5/_{16}$ Unzen = 2 Drachmen, 1 Sc. 10 Gran.

Nach diesen Erklärungen wird man folgende Beispiele leicht verstehen.

Beisp. 5. Wie viel beträgt $^3/_7$ Loth in niederern Einheiten.

$^3/_7$ Loth = $^3/_7$. 0,04166   0,041666

	0,041666	3
	0,124998	
0,010416 (7)	0,017857 10416	1 Drachme
0,003472	0,007441 6944	2 Scrupel
0,0001736	0,0004970 3472	2,86 Gran
	14980 13888	
	10920 10416	

Demnach ist $^3/_7$ Loth = 1 Drachme, 2 Scr., 2,86 Gran.

Oder $^3/_7$ Loth = 0,428571 mit 4 zu Drachmen gemacht

0,428571	4	
1,714284	3	Dieser Bruch mit 3 zu Scr. gemacht
2,142852	20	" " " 20 zu Gr. "
2,857040		

folglich ist $^3/_7$ Loth = 1 Drachme, 2 Scrupel, 2,85704 Gran, demnach sind beide Resultate bis auf die dritte Decimalstelle gleich.

Beisp. 6. Wie viel beträgt $^7/_{15}$ Pfund in Unzen, Loth u. s. w.?

$^7/_{15}$ Pfund = 0,466; 0,0833	0,4666 4165	5 Unzen
0,04166	0,05010 4166	1 Loth
0,01041	0,00844	0 Drachmen
0,00347	0,00844 694	2 Scrupel
0,000173	0,001500 1384	8 Gran

folglich ist $^7/_{15}$ Pfund = 5 Unzen, 1 Loth, 2 Scrupel, 8 Gran.

Beisp. 7. Wie viel beträgt $^1/_{12}$ Loth in niederern Einheiten?

1 Loth = 0,04166

12 | 0,00347 Pfund = 1 Scrupel.

§. 29

Aufgabe.

Einen Decimalbruch in einen ihm gleichen gewöhnlichen Bruch zu verwandeln.

Auflösung.

Ist der Bruch ein vollständiger, so schreibe man ihn in Form eines gewöhnlichen Bruches, und hebe ihn alsdann auf; z. B. 0,175 = $^{175}/_{1000}$ = $^7/_{40}$.

Ist der Bruch periodisch, so rücke man das Komma um so viele Stellen weiter rechts, als die Periode Ziffern hat, und ziehe den anfänglich gegebenen Bruch ab, gebe aber beiden so viele Decimalstellen, bis gleiche Ziffern unter einander zu stehen kommen. Unter den Rest schreibe man so viele Neuner (9) als Nenner, als die Periode Ziffern hat, und hebe dann auf. Ist der Zähler nach der Subtraction ein Decimalbruch, so läßt man das Komma weg, und sezt dafür an den Nenner so viele Nullen, als der Zähler Decimalstellen hat. Der Grund des Verfahrens ist folgender. Durch die Versetzung des Komma wird der Bruch nach §. 14. mit 10, 100, 1000 u. s. w. multiplicirt, je nachdem man das Komma um eine, zwei oder mehr Ziffern weiter rechts gesezt hat. Man hat demnach das Zehnfache, Hundertfache u. s. w. von dem Bruche erhalten. Wenn hierauf nach der gegebenen Regel der anfängliche Bruch abgezogen wird, so erhält man das Neunfache des gesuchten Bruches, wenn das Komma um eine Ziffer versezt war, das Neunundneunzigfache, wenn das Komma um zwei Ziffern versezt war. Daher kommt es, daß man 9, 99, 999 u. s. w. zum Nenner gibt, d. h. damit dividirt, wenn man zuerst das Kamma um eine, zwei, drei oder mehr Stellen weiter rechts gerückt hat. Soll z. B. $0{,}\underset{\cdot}{7}\underset{\cdot}{1}\underset{\cdot}{4}\underset{\cdot}{2}\underset{\cdot}{8}\underset{\cdot}{5}$ in einen gewöhnlichen Bruch verwandelt werden, so erhält man, wenn man den Bruch nach der gegebenen Regel behandelt, folgende Rechnung.

$$\begin{array}{r} 714285{,}71 \\ 0{,}71 \\ \hline 714285 \\ \hline 999999 \end{array}$$

Dieser Bruch läßt sich durch 142857 aufheben, wodurch man $^5/_7$ erhält. Hier ist durch Versetzung des Komma um 6 Ziffern mit 1000000 multiplicirt worden. Durch die Subtraktion des einfachen Bruches erhält man demnach das 999999 fache des Bruches, und hieraus den gesuchten Werth, wenn man

mit 999999 dividirt, oder, was dasselbe ist, diese Zahl zum Nenner gibt.

In diesem Beispiel wurde der Bruch mit der Zahl 142857 aufgehoben. Ob ich gleich im übrigen die Rechnung mit gewöhnlichen Brüchen als bekannt vorausgesezt habe, so will ich doch das Verfahren hier angeben, durch welches man diejenige Zahl erhält, mit der man einen Bruch aufheben kann. Man dividirt nämlich mit der kleinern Zahl in die größere, und wenn diese Division nicht aufgeht, mit dem Reste in den vorigen Divisor. Dieses Verfahren sezt man so lange fort, bis die Division ohne Rest aufgeht, oder 1 zum Rest bleibt, in welchem lezten Fall sich der Bruch nicht aufheben läßt. Geht die Division auf, so ist der lezte Divisor diejenige Zahl, durch welche sich der Bruch aufheben läßt. Aus vorigem Beispiel erhält man folgende Rechnung.

714285	999999	1		
	714285			
	285714	714285	2	
		571428		
		142857	285714	2
			285714	
			------	

folglich ist 142857 die Zahl, durch welche sich der Bruch aufheben läßt.

Beisp. 2. $0{,}2\dot{7}\dot{7}$ soll in einen gewöhnlichen Bruch verwandelt werden. Dies gibt folgende Rechnung.

$$\begin{array}{r} 2{,}\dot{7}\dot{7} \\ 0{,}\dot{2}\dot{7} \\ \hline 2{,}5 \end{array}$$

$$\frac{2{,}5}{9} = {}^{25}/_{90} = {}^{5}/_{18} = 0{,}2\dot{7}\dot{7}$$

Ich will hier nur wenige Beispiele anführen mit ihren Resultaten, da im folgenden §. noch weiter von der Bestimmung des Werthes der Decimalbrüche gesprochen wird.

Beisp. 3. Welchem Bruche ist 0,00875 gleich?

Antw. 7/800.

Beisp. 4. Welchem Bruche ist 0,8125 gleich?

Antw. 3/16.

Beisp. 5. Welchem Bruche ist $0{,}\dot{5}\dot{9}\dot{2}$ gleich?

Antw. 16/27.

Beisp. 6. Welchem Bruche ist $0{,}\dot{4}\dot{8}\dot{4}\dot{8}$ gleich?

Antw. 16/33.

Beisp. 7. Welchem Bruche ist $0{,}\dot{6}\dot{8}\dot{5}\dot{7}\dot{1}\dot{4}2$ gleich?

Antw. 24/35.

Beisp. 8. Welchem Bruche ist $0{,}208\dot{3}\dot{3}$ gleich?

Antw. 5/24.

§. 30.

In den lezten Fällen braucht man oft den Werth des Bruches näherungsweise in möglichst kleinen Zahlen. Um zu diesem Zweck zu gelangen, verfahre man auf folgende Weise. Man nimmt von dem gegebenen Bruch nur einige Decimalstellen zunächst am Komma, und sezt 10, 100, 1000 als Nenner darunter, je nachdem man 1, 2 oder 3 Decimalstellen nimmt, und hebt dann auf gerade so wie bei vollständigen Brüchen. Dabei ist noch zu bemerken, daß man, um den Bruch in möglichst kleiner Form zu erhalten, den Zähler oder den Nenner um eine oder mehrere Einheiten vermehren oder vermindern darf. Vergrößert man den Zähler oder verkleinert den Nenner, so erhält man das Resultat etwas zu groß; verkleinert man aber den Zähler und vergrößert den Nenner, so erhält man den Bruch etwas zu klein. Bei der Anwendung in der praktischen Chemie macht eine so kleine Differenz wenig aus, zumal da man die Wahl hat, zwischen zwei Brüchen, von denen der eine etwas zu groß und der andere etwas zu klein ist.

Beisp. 1. 0,592 soll in möglichst kleiner Form näherungsweise ausgedrückt werden.

Hier nimmt man zwei Decimalstellen und erhöht dieselben um $\frac{1}{100}$, so erhält man $\frac{60}{100} = \frac{3}{5}$, welcher Bruch vom wahren Werth nur um $\frac{1}{135}$ verschieden ist.

Beisp. 2. Welches ist der Näherungswerth von 0,4848?

Hier nehme man zwei Decimalstellen, so erhält man $\frac{48}{100} = \frac{12}{25}$, welcher Bruch nur um $\frac{4}{825}$ zu klein ist.

Beisp. 3. Welches ist der Näherungswerth von 0,0857142?

Hier hat man $\frac{857}{10000}$, und um eine bequeme Form zu haben, lasse man die Ziffer 7 weg, und erhöhe die vorhergehende um 1, so erhält man $\frac{86}{1000} = \frac{43}{500}$, ein Bruch, der vom wahren Werth nur um $\frac{1}{3500}$ verschieden ist.

Beisp. 4. Man soll den Näherungswerth von 0,0139194 suchen.

Hier nehme man statt des Bruches $\frac{139}{10000}$ auf ähnliche Weise, wie im vorigen Beispiel, $\frac{14}{1000}$ an, so erhält man $\frac{7}{500}$. Dieser Bruch ist vom wahren Werth um $\frac{11}{136500}$ verschieden.

Beisp. 5. 0,48780 soll näherungsweise ausgedrückt werden.

Nimmt man hier $\frac{49}{100}$, so ist nur um $\frac{9}{4100}$ gefehlt, oder würde man $\frac{1}{2}$ nehmen, so wäre nur um $\frac{1}{82}$ gefehlt.

Beisp. 6. 0,361486 ist näherungsweise $\frac{36}{100} = \frac{9}{25}$. Dieser Bruch ist vom wahren nicht einmal um $\frac{1}{740}$ verschieden.

§. 31.

Außer diesen hier angegebenen Anwendungen der Rechnungen mit Decimalbrüchen gibt es noch eine unzählige Menge von anderen. Hier mögen die ausgewählten Fälle genügen, die meistens in näherer Beziehung zu der Stöchiometrie stehen; nur bemerke ich hier noch, daß in der Stöchiometrie die Decimalbrüche durchgängig eingeführt sind, und zwar einmal wegen der Einfachheit der Rechnung mit Decimalbrüchen, und dann zweitens wegen der Leichtigkeit, mit der man die in Decimalbrüchen ausgedrückten stöchiometrischen Zahlen unter sich hinsichtlich ihrer Größe vergleichen kann.

Zweites Kapitel.

Von den Proportionen und ihren Anwendungen in der Stöchiometrie.

§. 32.

Zwei gleichartige Größen a und b können hinsichtlich ihrer Größe auf zweierlei Art mit einander verglichen werden, denn entweder kann man untersuchen, wie viele Einheiten eine Größe a mehr hat, als eine andere b, oder wie oft eine Größe b in einer anderen a enthalten ist. Das einemal entsteht der Vergleich durch Subtraktion, das anderemal durch Division. Im ersten Falle entsteht ein arithmetisches, im zweiten ein geometrisches Verhältniß. Im ersten Fall, bei der Bestimmung des arithmetischen Verhältnisses, sucht man die Differenz, im zweiten Fall den Quotienten, der aber hier Exponent heißt. Bezeichnet werden die Verhältnisse durch die Zeichen der Subtraction und Division, die aber dann nicht „minus“ oder „dividirt“ gelesen werden, sondern immer „verhält sich zu“. Demnach heißt „6—2“ die Zahl 6 verhält sich zu 2 auf arithmetische Weise. Hier heißt 6 das Vorderglied und 2 das Hinterglied des Verhältnisses, und 4 die Differenz desselben. Das geometrische Verhältniß wird auf folgende Art bezeichnet: 6:2, und wird gelesen: 6 verhält sich zu 2, in welchem Fall 6 das Vorderglied, 2 das Hinterglied und 3 der Exponent des Verhältnisses heißen.

§. 33.

Jedes Verhältniß, sei es arithmetisch oder geometrisch, kann entweder steigend oder fallend sein. Steigend heißt ein Verhältniß,

dessen Hinterglied größer ist, als das Vorderglied, z. B. 4—7 oder 5:10; fallend hingegen heißt ein Verhältniß, wenn das Hinterglied desselben kleiner ist, als das Vorderglied, z. B. 9—6 oder 18:3. Dabei sieht man leicht ein, daß bei einem fallenden geometrischen Verhältniß der Exponent immer größer als 1 sein wird; hingegen bei den steigenden Verhältnissen wird er immer ein ächter Bruch sein.

§. 34.

Zwei arithmetische Verhältnisse sind gleich, wenn ihre Differenzen gleich sind, z. B. 5—7 = 8—10 oder 9—4 = 13—8; zwei geometrische sind gleich, wenn ihre Exponenten gleich sind, z. B. 3:8 = 6:16 oder 5:3 = 10:6. Bei arithmetischen und geometrischen Verhältnissen müssen beide Verhältnisse entweder steigend oder beide fallend sein, wenn sie einander gleich sein sollen. Zwei gleiche und gleichartige Verhältnisse durch das Gleichheitszeichen verbunden, bilden eine Proportion, die arithmetisch ist, wenn die einzelnen Verhältnisse arithmetisch sind, und geometrisch, wenn die einzelnen Verhältnisse geometrisch sind, z. B. 3—5 = 6—8 ist eine arithmetische Proportion, und zwar eine steigende, da ihre einzelnen Verhältnisse steigende sind; hingegen 10—7 = 5—2 ist eine fallende arithmetische Proportion, da ihre einzelnen Verhältnisse fallende sind. 3:6 = 4:8 ist eine geometrische steigende Proportion, da ihre einzelnen Verhältnisse steigende sind, und 12:4 = 9:3 ist eine fallende geometrische Proportion, da ihre einzelnen Verhältnisse fallende sind.

§. 35.

Bei den Proportionen heißt jede einzelne Zahl, welche einen Theil der Proportion ausmacht, ein Glied derselben, und man unterscheidet dieselben nach der Stelle, die sie einnehmen, in erstes, zweites, drittes und viertes Glied. Das erste und dritte heißen mit einander Vorderglieder der Verhältnisse, während das

zweite und vierte Hinterglieder der Verhältnisse heißen. Das erste und zweite zusammen nennt man die Vorderglieder der Proportion, während das dritte und vierte die Hinterglieder der Proportion genannt werden. Ferner nennt man das erste und vierte Glied die äußeren Glieder, hingegen das zweite und dritte die inneren Glieder der Proportion.

§. 36.

Jedes geometrische Verhältniß ist einem Bruche gleich, z. B. $3:6 = {}^3/_6$, und zwei gleiche Verhältnisse geben zwei gleiche Brüche, z. B. $3:6 = 4:8$ gibt ${}^3/_6 = {}^4/_8$. Daher kann man jede Proportion in zwei gleiche Brüche und umgekehrt jede zwei gleiche Brüche in eine Proportion verwandeln, z. B. ${}^4/_6 = {}^8/_{12}$ gibt die Proportion $4:6 = 8:12$. Diese gegenseitige Verwandlung einer Proportion in zwei gleiche Brüche, und umgekehrt zweier gleichen Brüche in eine Proportion wird zu der Ausführung der Beweise der von den Proportionen geltenden Sätze benutzt.

§. 37.

Lehrsatz.

In jeder geometrischen Proportion lassen sich zwei Glieder eines Verhältnisses mit ein und derselben Zahl multipliciren oder dividiren, ohne daß dadurch die Proportion gestört wird.

Beweis.

Es sei eine beliebige Proportion gegeben, so kann sie nach dem vorhergehenden §. in zwei gleiche Brüche verwandelt werden. Nun kann man jeden Bruch unbeschadet seines Werthes mit ein und derselben Zahl im Zähler und Nenner multipliciren oder dividiren. Thut man dies mit einem der beiden Brüche, so bleibt der so veränderte Bruch dem zweiten immer noch an Werth gleich. Verwandelt man nun die gleichen Brüche in eine Proportion, und vergleicht dieselbe mit der ersten gegebenen, so ergibt sich, daß in dieser das eine Verhältniß der ersten

Proportion vorkommt, das andere aber multiplicirt oder dividirt ist. Es sei z. B. die Proportion $6:12 = 5:10$ gegeben, so erhält man hieraus $6/12 = 5/10$, und durch Multiplication des einen Bruches $\frac{6 \cdot 4}{12 \cdot 4} = 5/10 = 24/48$, und hieraus ergibt sich die Proportion $24:48 = 5:10$.

Oder $\frac{6:3}{12:3} = 5/10 = 2/4$, und hieraus ergibt sich die Proportion $2:4 = 5:10$.

Anmerk. Dieser Satz wird benützt, um die Rechnungen, welche aus §. 39. folgen, abzukürzen, indem man mit Hülfe dieses Satzes in den gegebenen Proportionen möglichst kleine ganze Zahlen einführen kann, wenn dieselben im Anfang nicht schon vorkommen.

§. 38.

Lehrsatz.

In jeder geometrischen Proportion ist das Produkt der äußern Glieder gleich dem Produkte der inneren.

Beweis.

Man nehme eine beliebige Proportion, z. B. $5:10=3:6$ an, so läßt sich dieselbe in zwei gleiche Brüche verwandeln, nämlich $5/10 = 3/6$.

Bekanntlich gibt Gleiches auf gleiche Art abgeändert wieder Gleiches. Multiplicirt man nun die beiden gleichen Brüche mit dem Produkte der beiden Nenner, so erhält man

$$\frac{5 \cdot 6 \cdot 10}{10} = \frac{3 \cdot 6 \cdot 10}{6}$$

oder hieraus durch Aufheben der gleichen Zahlen im Zähler und Nenner $5 \cdot 6 = 3 \cdot 10$.

Das erste Produkt ist aber das Produkt der äußern Glieder der gegebenen Proportion, das zweite Produkt ist das Produkt der innern Glieder. So wie an dieser Proportion sich die Wahrheit des Satzes darthun ließ, so kann dies an jeder beliebigen andern Proportion geschehen, folglich gilt der Satz allgemein,

oder ist $a : b = c : d$, so erhält man $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$

und durch Multiplikation $\frac{a \cdot b \cdot d}{b} = \frac{b \cdot c \cdot d}{d}$

und hieraus: $a \cdot d = b \cdot c$ d. h. das Produkt der äußern Glieder ist gleich dem Produkte der innern Glieder.

§. 39.

Aufgabe.

Aus drei Gliedern einer Proportion das vierte zu finden.

Auflösung.

Bezeichnet a das erste Glied, b das zweite, c das dritte und d das vierte Glied einer geometrischen Proportion, so daß $a : b = c : d$ ist, so erhält man $a \cdot d = b \cdot c$.

Sind nun drei dieser Größen gegeben, so findet man die vierte, z. B. d dadurch, daß man das Produkt der beiden bekannten, hier der beiden innern Glieder, dividirt durch die andere bekannte Größe, hier durch das erste Glied, was sich durch die Formel $\frac{b \cdot c}{a} = d$ ausdrücken läßt. Der Grund ist folgender. Da man nach vorhergehendem §. weiß, daß das Produkt der beiden bekannten Größen b und c eben so viel ist, als das Produkt der bekannten Größe a mit der unbekannten d, da demnach das Produkt und ein Faktor bekannt ist, so findet man den andern, nämlich d, durch Division des bekannten Faktors in das Produkt. Ist das gesuchte Glied ein inneres, so findet man dasselbe, wenn man das Produkt der äußern Glieder dividirt durch das bekannte innere, was sich durch die Formel $\frac{a \cdot d}{b} = c$ ausdrücken läßt. Daraus folgt, daß es hinsichtlich der Möglichkeit der Auflösung gleichgültig ist, welche drei Glieder einer Proportion bekannt sind, und welches gesucht ist.

§. 40.

Die Aufgabe, aus drei Gliedern einer geometrischen Proportion das vierte zu finden, gibt die Regel für die im gewöhnlichen Leben so vielfach angewandte Rechnung, die unter dem Namen der „Regel de tri" bekannt ist. In den stöchiometrischen Rechnungen wird diese Aufgabe unzähligemale angewendet. Wie dies geschieht, wird in den zunächst und später folgenden Sätzen deutlich werden; nur bemerke ich hier, daß nach dem Begriff der Verhältnisse nur Gleichartiges zu Gleichartigem in Verhältniß gesetzt werden kann.

§. 41.

Unter den vielen Anwendungen, die §. 39. hat, sollen hier folgende ihren Platz finden.

Wenn man weiß, in welchem Verhältniß des Gewichts oder des Raumes sich zwei einfache Stoffe verbinden, so läßt sich daraus berechnen, wie viel von jedem Stoffe in einer bestimmten gegebenen oder gesuchten Menge der Mischung ist. Beispiele werden das Ganze deutlich machen.

Beisp. 1. Man weiß, daß unter 100 Theilen Wasser 11,11 Wasserstoff und 88,89 Sauerstoff enthalten sind. Nun soll gefunden werden, wie viel von jedem Stoffe in 6 Lothen Wasser enthalten ist.

Man setzt nun die Proportion an: die Summe sämmtlicher Zahlen, die die Verhältnisse angeben, in denen die einzelnen Stoffe sich verbinden, verhält sich zu jeder einzelnen Verhältnißzahl wie das Gewicht (oder die Menge) der zu berechnenden Größe zu jedem einzelnen Theil. Man erhält demnach aus diesem Beispiel folgende zwei Proportionen

1) $100 : \underline{11,11} = 6 : x$ Loth Wasserstoff

$100 \,|\, \overline{66,66} = 0,\dot{6}\dot{6}\dot{6}\dot{6}$

demnach ist $x =$ dem periodischen Decimalbruch $0,\dot{6}\dot{6}$, welcher nach §. 29 $= \frac{2}{3}$ ist.

2) 100 : 88,89 = 6 : y Loth Sauerstoff

```
100 |533,34 = 5,3334
```

Dieser Bruch ist = 5 1/3 Loth.

Es kann aber auch gesucht werden, wie viel Theile von jedem der beiden Stoffe sich mit einer gewissen Menge des andern Stoffes verbinden, um Wasser zu geben, z. B. wie viel Theile Wasserstoff verbinden sich mit 18 Theilen Sauerstoff zu Wasser. Hier erhält man die Proportion

```
88,89 : 18 = 11,11 : x Theilen Wasser
             8888
            1111
88,89 |  199,98 | 2,249
      |  17778  |
          22200
          17778
           44220
           35556
            86640
```

folglich verbinden sich mit 18 Theilen Sauerstoff 2,249 oder näherungsweise nach §. 30. 2 1/4 Theile Wasserstoff. Beides zusammen geben demnach 18 + 2 1/4 = 20 1/4 Theile Wasser.

Man hätte aber auch suchen können, wie viel Theile Sauerstoff sich mit 33 Theilen Wasserstoff zu Wasser verbinden. Man erhält dann die Proportion 11,11 : 33 = 88,89 : x Theilen Sauerstoff. Hieraus wird nach §. 37

```
1,01 : 3 = 88,89 : x
1,01 | 266,67 = 264
     | 202
        646
        006
         407
```

Demnach erhielte man: 264 Theile Sauerstoff verbinden sich mit 33 Theilen Wasserstoff zu 297 Theilen Wasser.

In vorstehendem Beispiel habe ich gezeigt, wie man sowohl aus der ganzen Zusammensetzung die einzelnen Theile, als auch

aus jedem einzelnen Theile den andern Theil der Zusammensetzung und die Menge der Zusammensetzung selbst finden kann. Nach diesem Beispiele werden folgende Beispiele leicht verstanden werden.

Beisp. 2. Man weiß, daß 100 Theile Schwefelsäure mit 42,7 Alaunerde zusammentreten, und dadurch schwefelsaure Alaunerde bilden. Man fragt nun

1) wie viel Schwefelsäure und wie viel Alaunerde braucht man zu 256 Theilen schwefelsaurer Alaunerde?
2) wie viel Alaunerde verbindet sich mit 150 Theilen Schwefelsäure, und wie viel entsteht dadurch schwefelsaure Alauerde?
3) wie viel Schwefelsäure verbindet sich mit 128,1 Alaunerde, und wie viel entsteht dadurch schwefelsaure Alaunerde?

Man erhält hier für jede der Fragen eine Proportion, die auf den Verhältnißzahlen der Angabe beruht, nämlich

1) 142,7 : 256 = 100 : x Theilen Schwefelsäure

```
142,7 | 25600,0 = 179,3
      | 1427
        11330
         9989
         13410
         12843
           5670
           4281
```

Man erhält demnach 179,4 Schwefelsäure, folglich 256 — 179,4 = 76,6 Alaunerde.

2) 100 : 150 = 42,7 : x Theilen Alaunerde.

Hieraus wird nach §. 37

$$2 : 3 = 42{,}7 : x$$

$$\frac{128{,}1}{2} = 64{,}05$$ Theile Alaunerde, folglich

64,05 + 150 = 214,05 schwefelsaure Alaunerde.

3) 42,7 : 128,1 = 100 : x Theilen Schwefelsäure oder
1 : 3 = 100 : x, woraus x = 300 Theilen Schwefelsäure folgt; folglich erhält man 300 + 128,1 = 428,1 schwefelsaure Alaunerde.

Beisp. 3. Um Kupferoxyd zu bilden, vereinigen sich 79,826 Proc. Kupfer mit 20,174 Sauerstoff. Man fragt

1) wie viel von jedem Stoffe in 1 Loth 2 Drachmen enthalten sind?
2) wie viel Sauerstoff sich mit 3 Unzen, 1 Loth Kupfer zu Kupferoxyd verbindet?
3) wie viel Kupfer sich mit 3 Drachmen, 2 Scrupel Sauerstoff verbindet?

Man erhält folgende Proportionen:

1) 100 : 79,826 = 6 Drachmen : x Dr.
4,78956 = 1 Loth 0,78956 Drachmen.

Macht man diesen Bruch nach §. 28. zu kleineren Einheiten, so erhält man

0,78956 . 3 = 2,36868 Scrupel und
0,36868 . 20 = 7,3736 Gran.

Demnach ist in 1 Loth, 2 Drachmen Kupferoxyd, 1 Loth, 2 Scrupel, 7,3736 Gran Kupfer enthalten, und zieht man diese Größe von 1 Loth, 2 Drachmen ab, so erhält man den darin enthaltenen Sauerstoff = 1 Drachme, 12,6264 Gran. Dieselbe Menge Sauerstoff hätte man auch aus der Proportion

100 : 20,174 = 6 Dr. : x Dr. finden können.

2) 79,826 : 7 = 20,174 : x

79,826	141,218	1,769	0,769
	79826		4
	613920		3,076
	558782		3
	551380		0,228
	478956		20
	724240		4,56
	718434		

Demnach erhält man 1,769 Loth Sauerstoff = 1 Loth, 3 Dr., 4,56 Gran Sauerstoff verbinden sich mit 7 Loth Kupfer zu Kupferoxyd.

3) 20,174 : 11 = 79,826 : x

```
20,174 | 878,086 | 43,525 Drachmen
       | 80696   |
         71126
         60522
         106040
         100870
          51700
          40348
         113520
```

Man erhält demnach 43,525 Drachmen = 5 Unzen, 3 Drachmen, 1 Scrupel, 11,5 Gran Kupfer verbinden sich mit 3 Drachmen, 2 Scrupel Sauerstoff zu Kupferoxyd.

Anmerk. Nach diesen Beispielen wird der Leser, sobald die Verhältnißzahlen gegeben sind, in denen zwei Stoffe sich verbinden, leicht jedes Mischungsverhältniß berechnen können, mag die zu suchende Menge in Procenten oder in einer beliebigen andern Zahl, oder in Pfunden, Lothen u. s. w. auszudrücken sein.

§. 42.

Am häufigsten findet §. 39. seine Anwendung in der angewandten Chemie in Beispielen, welche mit dem lezten des vorigen §. Aehnlichkeit haben, wenn durch Zusammensetzung zweier Stoffe eine gewisse Menge des zu mischenden Stoffes erzeugt werden soll, und dabei bekannt ist, wie viel Theile von jedem Stoffe sich mit dem andern verbinden zur Erzeugung irgend eines chemischen Präparates, oder wenn bestimmt werden soll, wie viele Theile nach Procenten in einer Mischung enthalten sind. Wegen der Wichtigkeit dieser Anwendung folgen hier noch mehrere Beispiele, welche so gewählt sind, daß, wo es möglich war, immer aus anderen Angaben die Resultate zu suchen sind.

Beisp. 1. Im Quecksilberchlorür*) ist 1 Atom Quecksilber mit 1 Atom Chlor verbunden. Wenn man nun die Atomzahlen der einfachen Stoffe kennt, so soll berechnet werden, wie viel Procente von jedem Stoffe im Quecksilberchlorür enthalten sind.

Man erhält folgende Rechnung.

1	Atom Chlor	=	221,325
1	„ Quecks.	=	1265,822
			1487,147

folglich erhält man die Proportion

1487,147 : 100 = 221,325 : x Theilen Chlor, woraus

$$x = \frac{221,325 \, . \, 100}{1487,147} = 14,883 \text{ Proc. Chlor.}$$

Die Anzahl der Procente des Quecksilbers erhält man, wenn man die für das Chlor gefundene Menge von 100 abzieht, folglich 100 — 14,883 = 85,117 Proc. Quecksilber.

Soll nun gefunden werden, wie viel unter 6 Lothen Quecksilberchlorrür, Chlor und Quecksilber enthalten ist, so erhält man die Proportion

100 : 6 = 14,883 : x Lothen Chlor, woraus

$$x = \frac{6 \, . \, 14,883}{100} = 0,89298 \text{ Loth Chlor.}$$

Also 6 — 0,89298 = 5,10702 Loth Quecksilber.

Beisp. 2. Man weiß, daß im Goldchlorür 84,886 Proc. Gold, demnach 100 — 84,886 = 15,124 Proc. Chlor enthalten sind, und daß das Atomgewicht des Goldchlorürs = 2928,676 ist, und daß 2 Atome Gold mit 2 Atomen Chlor sich zu Goldchlorür verbinden; man soll hieraus die Atomzahlen des Goldes und des Chlors berechnen.

*) Nach einer Analyse von Zaboada. Andere lassen das Quecksilberchlorür aus 2 Atom Quecksilber und 2 Atom Chlor bestehen, weßwegen seine Atomzahl = 2974,294 ist. Wie dann die Rechnung geführt werden muß, ergibt sich leicht.

Man erhält die Proportionen:

1) 100 : 84,886 = 2928,676 : 2 A. Gold

$$
\begin{array}{r}
17572056 \\
23429408 \\
23429408 \\
11714704 \\
23429408 \\
\hline
248603,590936
\end{array}
$$

$$\frac{248603,590936}{200} = 1243,0179$$

welche Zahl das Atomgewicht des Goldes angibt, wofür man aber gewöhnlich 1243,013 findet.

2) 100 : 15,124 = 2928,676 : 2 A. Chlor

$$
\begin{array}{r}
11714704 \\
5857352 \\
2928676 \\
14643380 \\
2928676 \\
\hline
44293,295824
\end{array}
$$

$$\frac{44293,295824}{200} = 221,466$$

wofür man gewöhnlich 221,325 = der Atomzahl des Chlors findet.

Die Atomzahl des Chlors hätte man auch so finden können:

$$\frac{2928,676 - 2 \,.\, 1243,0179}{2} = \frac{442,64}{2} = 221,32$$

Diese Differenz in den Decimalstellen kommt daher, daß bei der Angabe der Procente, die ursprünglich aus den Atomzahlen berechnet sind, die vierten Decimalstellen weggelassen sind, und dann bisweilen die im §. 17. angegebene Erhöhung der dritten Decimalstelle eintritt. Legt man daher diese Angaben einer Rechnung zu Grunde, so werden bisweilen die Resultate in den Decimalstellen etwas differiren.

Beisp. 3. Das Atomgewicht des Chlorsilbers ist 1794,257. Chlorsilber entsteht durch die Verbindung von 2 Atom Chlor mit 1 Atom Silber. Das Atomgewicht des Silbers ist = 1351,607. Wie viel Theile Chlor verbinden sich mit 75,329 Silber?

Man erhält hier das Atomgewicht des Chlor =

$$\frac{1794{,}257 - 1351{,}607}{2} = 221{,}325$$

und demnach die Proportion

$$1351{,}607 : 75{,}329 = 2 . 221{,}325 : x \text{ Theilen Chlor,}$$

woraus $x = \frac{2 . 221{,}325 . 75{,}329}{1351{,}607} = 24{,}671$

§. 43.

Die wichtigste unter allen Anwendungen des §. 38. ist die auf das von Richter gefundene Gesetz der Neutralisation. Doch ehe diese Anwendung gezeigt werden kann, muß das Gesetz selbst erklärt werden, um so mehr, da dieses das erste und wichtigste stöchiometrische Gesetz ist, welches sowohl der ganzen Chemie die Umgestaltung, in der wir jetzt dieselbe haben, gab, als auch dieselbe zur rationalen Wissenschaft erhob, während sie vor der Erfindung dieses Gesetzes auf schwankenden Grundsätzen beruhte. Diesem Gesetze und den daraus abgeleiteten Sätzen hat die Chemie die großen Fortschritte zu verdanken, welche dieselbe in unserm und zu Ende des vorigen Jahrhunderts gemacht hat, und dieses Gesetz ist die Grundlage der ganzen Stöchiometrie, da sich ergeben wird, daß beinahe alle Gesetze der Stöchiometrie entweder schon in diesem ersten enthalten sind, und nur als Anwendung auf einen einzelnen Stoff erscheinen, oder sich doch aus demselben ableiten lassen.

§. 44.

J. B. Richter hat das unsterbliche Verdienst, zuerst mit mathematischer Gewißheit ein Gesetz über die Mengen, in denen einfache Stoffe mit einander Verbindungen eingehen, aufgestellt zu haben. Wenn er auch von seinen Zeitgenossen nicht verstanden, und nicht berücksichtigt wurde, so wurde doch durch spätere Chemiker seine geistreiche Erfindung an's Licht gebracht, und auf ihr mit glücklichem Erfolge weiter gebaut. Sein erster Versuch,

seine Idee dem Publikum bekannt zu machen, war eine Dissertation de usu matheseos in chymia (1789 in Königsberg). Hierauf folgten seine Anfangsgründe der Stöchiometrie oder Meßkunst chemischer Elemente, in drei Theilen erschienen Breslau 1792 bis 1795. Außerdem finden sich noch andere Mittheilungen in seinen Heften über die neueren Gegenstände der Chemie 1792 bis 1802.

Anm. Vor Richter wurden schon einzelne Fakta aufgefunden, aus denen sich nachfolgendes Gesetz ableiten läßt, namentlich von Wenzel (Lehre von der Verwandtschaft der Körper. Dresd. 1777), Bergmann (Opuscula physica et chemica Upsala 1787 und seine Dissertation de diversa phlogisti quantitate in metallis Upsala 1782), Kirwan (physisch-chemische Schriften aus dem Englischen von Crell. Berl. 1783—1793) und Wiegleb (Revision der Grundlehre von der chemischen Verwandtschaft der Körper).

§. 45.

Eine bekannte Erfahrung in der Chemie ist es, daß sich ein Stoff mit anderen nicht auf gleiche Weise verbindet, sondern mit einem vorzugsweise vor dem andern leicht in chemische Verbindung tritt, oder mit andern Worten, daß manche Stoffe gegen andere eine besonders starke Anziehung äußern. Eine zweite Erfahrung ist folgende. Mischt man zwei Körper, von denen jeder eine Verbindung zweier Stoffe ist, z. B. einer Base und einer Säure, so ergibt sich, daß häufig die anfänglichen chemischen Verbindungen aufgelöst und dafür andere geschlossen werden. Diese lezte Erscheinung ist die in der Chemie bekannte doppelte Wahlverwandtschaft, welche in vielen Fällen eintritt, in denen zwei neutrale Salze gemischt werden. Neutral heißt aber ein Salz, wenn die Base, die ihm zu Grunde liegt, von dem Sauerstoff der Säure, welche sie aufgenommen hat, gesättiget ist. Es sei eine Base **A** mit einer Säure **a** zu einem neutralen Salze **Aa** verbunden, und eine zweite Base **B** sei mit einer zweiten Säure **b** gleichfalls zu einem neutralen Salze **Bb** verbunden, und beide neutrale Salze werden mit einander in

Verbindung gebracht, so kann durch die erwähnte doppelte Wahlverwandtschaft die Säure **a** sich von ihrer Base **A** trennen und sich mit der Base **B** zu einem Salze **Ba** verbinden, während die Säure **b** von ihrer Base **B** getrennt sich mit der Base **A** zu einem Salze **Ab** verbindet. Hier fand nun Richter, daß die beiden neuen Salze, welche durch Zersetzung zweier neutralen Salze mittelst doppelter Wahlverwandtschaft entstehen, selbst neutral seien. Ein Beispiel wird dies noch deutlicher machen.

Nimmt man eine Auflösung von neutralem schwefelsaurem Kali, und sezt so lange salpetersauren Baryt hinzu, bis der salpetersaure Baryt zersezt ist, d. h. bis kein Niederschlag mehr erfolgt, so hat sich die Schwefelsäure des Kali vom Kali getrennt und ist an den Baryt übergegangen, während zu gleicher Zeit die Salpetersäure sich vom Baryt trennte und an das Kali übergetreten ist. Man erhält nun nach Richter's Gesetz wieder neutrale Verbindung, nämlich salpetersaures Kali und schwefelsauren Baryt.

§. 46.

Richter blieb dabei nicht stehen; er schloß weiter: jede Base braucht eine gewisse Menge einer Säure zum Neutralisiren. Kennt man nun die Gewichtstheile der Säure **a**, **b**, **c** u. s. w., die sich mit einer Base **A** verbinden, so weiß man, daß diese Zahlen das Verhältniß angeben, in denen sich die Säuren mit der Basis **A** der Basis **B** und jeder andern Basis, mit der sie chemische Verbindungen eingehen, zu neutralen Salzen verbinden. Um an einem Beispiele die Sache klar zu machen, nehme man an, eine gewisse Menge Baryt werde durch 712 Gewichtstheile Salzsäure oder durch 1000 Gewichtstheile Schwefelsäure, oder durch 1480 Gewichtstheile Essigsäure gesättigt, so gelten diese Verhältnißzahlen nicht allein für den Baryt, sondern für jede andere Base, mit der diese Säuren neutrale Salze bilden, oder mit andern Worten, von jeder andern Base, die

mit den drei angegebenen Säuren Verbindungen eingeht, wird eine und dieselbe Menge durch 712 Theile Salzsäure oder durch 1000 Theile Schwefelsäure oder 1480 Theile Essigsäure gesättigt.

§. 47.

Würden sich alle Säuren mit einer Basis zu neutralen Salzen verbinden, so ließen sich aus diesen Verbindungen die Verhältnißzahlen für alle Säuren finden. Nun ist aber dies nicht der Fall, und man muß auf anderm Wege zu solchen Verhältnißzahlen zu gelangen suchen, wenn man über alle möglichen Säuren eine vergleichende Uebersicht wünscht. Dieses geschieht auf folgende Weise. Es verbindet sich ein und dieselbe Säure nicht mit einer gleichgroßen Gewichtsmenge von verschiedenen Basen. Die Gewichtsmengen solcher Basen bilden ebenso eine constante Reihe von Verhältnißzahlen, wie die im vorigen §. angegebenen Verhältnißzahlen der Säuren. Nimmt man nun eine der Basen, die sich mit einer Säure verbindet, und untersucht, mit welchen Säuren sie neutrale Salze bildet, und in welchen Gewichtsverhältnissen sie zusammentreten, und betrachtet alsdann wieder die Verbindungen dieser Säuren mit andern Basen, und so fort, daß man beide Reihen der Basen und Säuren mit einander verbindet, so erhält man Verhältnißzahlen von allen Säuren und allen Basen, da sich immer leicht wenigstens eine Säure findet, welche mit mehreren Basen neutrale Verbindungen eingeht, und von diesen Basen wieder eine, die mit Säuren zusammentritt. Auf diese Weise kann man beide Reihen so erweitern, bis sie vollständig sind. Ein Beispiel wird das Verfahren dabei deutlich machen. Richter legte bei seinen Untersuchungen die Schwefelsäure zu Grunde, und sezte ihre Zahl = 1000. Kennt man nun irgend eine chemische Verbindung der Schwefelsäure mit einem andern Stoffe, so läßt sich hieraus die Zahl für jenen Stoff finden. Nach Richter's Analyse fand sich, daß im schwefelsauren Kalk 55,772 Proc. Schwefelsäure

enthalten seien; demnach ergibt sich folgende Rechnung. Wenn 55,772 Proc. Schwefelsäure im schwefelsauren Kalk enthalten sind, so sind 100 — 55,772 = 44,228 Proc. Kalk darin. Nun berechnet man, wie viel Theile Kalk von 1000 Theilen Schwefelsäure gesättigt werden. Dies gibt die Proportion

$$55{,}772 : 1000 = 44{,}228 : x,$$

woraus $x = \frac{44{,}228 \cdot 1000}{55{,}772} = 793{,}01$

Demnach nahm er 793 für die Verhältnißzahl des Kalks an.

Aus der Zahl des Kalks fand Richter die Zahl der Salpetersäure, indem er aus einer Analyse des salpetersauren Kalks fand, daß derselbe aus 63,9223 Proc. Salpetersäure, und demnach aus 36,0777 Kalk besteht. Nun berechnete er, wie viel Salpetersäure sich mit 793 Theilen Kalk verbinden. Dies gibt die Proportion $36{,}0777 : 793 = 63{,}9223 : x$,

woraus $x = \frac{793 \cdot 63{,}9223}{36{,}07777} = 1405$

Demnach ist 1405 die Zahl der Salpetersäure, oder 1000 Theile Schwefelsäure und 1405 Theile Salpetersäure neutralisiren eine gleiche Menge Kalk, und ebenso eine gleiche Menge von jeder Base, mit der sie sich verbinden, weßwegen sie sich einander gegenseitig vertreten können.

Aus der Zahl der Salpetersäure fand er nach der Analyse des salpetersauren Natrons, in welchem er 37,9417 Proc. Natron und 62,0583 Proc. Salpetersäure fand, die Zahl des Natrons. Hier war zu finden, wie viel sich Natron mit 1405 Theilen Salpetersäure verbinden würden. Demnach erhielt man die Proportion $62{,}0583 : 1405 = 37{,}9417 : x$,

woraus $x = \frac{1405 \cdot 37{,}9417}{62{,}0583} = 859.$

Demnach ist 839 die Zahl des Natrons, wovon eben so viel Theile einer Säure aufgenommen werden, als von 793 Theilen Kalk.

§. 48.

Auf die im vorigen §. angegebene Weise berechnete Richter Tabellen, welche er Massenreihen nannte. Er fand folgende:

Massen- oder Neutralitäts-Reihe für die Basen.		Massen- oder Neutralitäts-Reihe für die Säuren.	
Thonerde . . . . . =	525	Flußsäure . . . . . =	427
Ammoniak . . . . =	606	Kohlensäure . . . . =	577
Talkerde . . . . . . =	614	Wolframsäure . . . =	700
Kalkerde . . . . . . =	793	Salzsäure . . . . . =	712
Natron . . . . =	859	Zuckersäure . . . . =	755
Beryllerde . . . . . =	1053	Phosphorsäure . . . =	979
Manganoryd . . . =	1143	Ameisensäure . . . =	988
Nickeloryd . . . . . =	1212	Schwefelsäure . . . =	1000
Eisenoryd . . . . . =	1280	Bernsteinsäure	1209
Strontian . . . . . =	1329	Chromsäure . . . . =	1380
Zinkoryd . . . . . . =	1348	Salpetersäure . . . =	1405
Kupferoryd . . . . =	1416	Essigsäure . . . . . =	1480
Chromoryd . . . . =	1448	Citronensäure . . . =	1583
Kali . . . . =	1605	Weinsteinsäure . . . =	1694
Antimonoryd . . . =	1756	Arseniksäure . . . . =	2058
Kobaltoryd . . . . =	2096	Molybdänsäure . . =	2237
Goldoryd . . . . . =	2164	Arsenigte Säure . . =	3260
Baryt . . . . =	2222		
Zinnoryd . . . . . =	2232		
Platinoryd . . . . =	2300		
Titanoryd . . . . . =	2504		
Uranoryd . . . . . =	2640		
Telluroryd . . . . . =	2776		
Wismuthoryd . . . =	3116		
Arsenikoryd . . . . =	3320		
Bleioryd . . . . . . =	3592		
Silberoryd . . . . =	3728		
Molybdänoryd . . . =	5496		
Quecksilberoryd . . =	5904		

Alle diese Reihen, welche aus constanten Zahlen bestehen, wurden in der neuern Zeit ausführlicher und genauer bestimmt, theils durch Ausdehnung auf alle einfachen und zusammengesez-ten Stoffe, theils durch genauere und schärfere Analysen, wodurch zwar diese hier angegebenen Zahlen außer Gebrauch sind, aber dennoch hat Richter das Verdienst, zuerst solche Zahlen berechnet zu haben. In der neuern Zeit legte man andere Einheiten zu Grunde, als Richter, weßwegen auch die Stoffe ganz andere Verhältnißzahlen erhielten. Bei den in den folgenden §§. gegebenen Anwendungen des §. 39. sind die neuesten durch Berzelius bestimmten Resultate, wie sie sich in den angehängten Tabellen finden, zu Grunde gelegt.

§. 49.

Wir übergehen hier die Art der Analysen, die zu den im vorigen §. angegebenen Resultaten führten, da die Beschreibung derselben in das Gebiet der Geschichte der Stereometrie und Chemie gehört, und hier zu weit führen würde. Nur fügen wir noch hinzu, daß die von Berzelius angegebenen Resultate nicht allein nach diesen, sondern auch nach andern im vierten Kapitel erklärten Gesetzen gefunden wurden. Was den Ausdruck Massenreihen betrifft, so wurde dieser in der Folge vielfach geändert. Da nach §. 46. 712 Theile Salzsäure eben so viel Theile einer Basis neutralisirten, als 1000 Theile Schwefelsäure, oder 1580 Theile Essigsäure, so können diese Säuren einander vertreten, wenn blos Neutralisation der Zweck der chemischen Verbindungen ist. Daher nannte man sie chemische Aequivalente. Andere gebrauchen die Ausdrücke chemische Verhältnißzahlen, Mischungsgewichte oder Atomgewichte, auf welchen leztern Ausdruck man durch die atomistische Ansicht der Chemie geführt wurde. Unter allen diesen Ausdrücken wird der Sache nach dasselbe verstanden. Im Grunde betrachtet, sind es Verhältnißzahlen, nach denen sich sowohl die einfachen als zusammen-

gesezten Stoffe verbinden, weßwegen es sich der Mühe nicht verlohnt, über die Existenz der Atome, ihre Gestalt u. s. w. zu streiten, da diese Dinge sämmtlich auf das Resultat keinen Einfluß haben, und nach jeder Ansicht diese Zahlen Verhältnißzahlen bleiben. Der Zweck der gegenwärtigen Schrift schließt Sachen der Art ohnehin aus.

§. 50.

Nachdem nun das von Richter gefundene Neutralisationsgesetz erklärt ist, so ist es nicht schwer, die in §. 39. gegebene Regel auf Aufgaben anzuwenden, denen dieses Gesetz zu Grunde liegt. Es sei z. B. vorerst gesucht, wie viel Theile eines Stoffes erfordert werden, um einen andern zu sättigen, wobei die Atomzahlen der einfachen Stoffe und die Zahl der Atome, in denen sie sich verbinden, als bekannt vorausgesezt werden.

Beisp. 1. Man weiß, daß 1 Atom Schwefelsäure sich mit 1 Atom Strontian verbindet, und will nun wissen, wie viel Gewichtstheile Schwefelsäure erfordert werden, um 20 Gewichtstheile Strontian zu sättigen.

Hier ist die Atomzahl des Strontians 547,285, die Atomzahl der Schwefelsäure = 501,165, oder 547,245 Theile Strontian werden von 501,165 Schwefelsäure gesättigt. Daraus erhält man offenbar die Proportion

547,285 Th. Str. : 20 Th. Str. = 501,165 Th. Schwefels. : x Th. Schwefels., woraus $x = \frac{20 \cdot 501{,}165}{547{,}285} = 18{,}31$.

Beisp. 2. Wie viel Sauerstoff muß sich mit 8 Loth Kupfer verbinden, um Kupferoxyd zu bilden, welches aus 1 Atom Sauerstoff gegen 1 Atom Kupfer besteht?

Hier ist die Atomzahl des Kupfers 395,695, die des Sauerstoffs = 100; man erhält demnach 395,695 : 8 = 100 : x woraus $x = \frac{8 \cdot 100}{395{,}695} = 2{,}02$.

Beisp. 3. Wie viel Prozente Schwefelsäure müssen sich mit Natriumoxyd verbinden, um doppelt schwefelsaures Natron zu geben, wenn bekannt ist, daß 1 Atom Natriumoxyd sich mit 2 Atom Schwefelsäure verbindet?

Hier ist die Atomzahl des Natriumoxydes = 390,897, die Atomzahl der Schwefelsäure ist 501,165, folglich ist die Atomzahl des doppelt schwefelsauren Natrons 390,897 + 2 . 501,165 = 390,897 + 1002,330 = 1393,227. Man erhält demnach die Proportion 1393,227 : 100 = 1002,330 : x,

$$\text{woraus } x = \frac{100 \cdot 1002{,}330}{1393{,}227} = 71{,}94$$

Demnach sind im doppelt schwefelsauren Natron 71,94 Proc. Schwefelsäure enthalten.

§. 51.

Eine fernere Anwendung findet das Richterische Gesetz da, wo von irgend einer Menge eines neutralen Salzes durch Zersetzung ein zweites neutrales erzeugt werden soll, und man wissen will, wie viel man von einem gleichfalls neutralen Salze zusetzen muß, um das erste vollständig zu zersetzen, und man zugleich finden will, wie viel man von jedem neu producirten neutralen Salze hat. Dabei verfährt man so, wie es an nachfolgendem Beispiele gezeigt ist.

Beisp. 1. Es soll gefunden werden, wie viel oxalsaures Kali erfordert wird, um 150 Theile essigsaures Blei zu zersetzen, und wieviel dadurch essigsaures Kali producirt wird, und wieviel oxalsaures Blei im Rückstand bleibt.

Hier muß also gefunden werden, wie viel oxalsaures Kali erfordert wird, daß die in demselben vorkommende Oxalsäure das Bleioxyd sättigen kann. Nun weiß man, daß die Atomzahl des oxalsauren Kali = 1042,791 ist, und daß dasselbe 1 Atom Oxalsäure gegen 1 Atom Kali enthält, und eben so das essigsaure Bleioxyd, dessen Atomzahl 2037,685 ist, enthält 1 Atom Essig-

säure gegen 1 Atom Blei. Da hier beide Basen sich mit 1 Atom der Säure verbinden, so zersetzen sich die beiden neutralen Salze vollkommen, und es ist nur auszumitteln

1) wie viel Theile Bleioxyd in 150 Theilen essigsaurem Blei enthalten sind;
2) wie viel man Oxalsäure braucht, um diese Menge Blei zu sättigen, und
3) in welcher Menge von oxalsaurem Kali diese gefundene Menge von Oxalsäure sich vorfindet.

Man hat demnach die Aufgabe in drei verschiedene zerlegt.

Um also 1) zu finden, wieviel Bleioxyd in 150 Theilen essigsaurem Bleioxyd enthalten ist, erhält man, da die Atomzahl des essigsauren Bleioxyds = 2037,685, die des Bleioxyds aber 1394,498 ist, die Proportion 2037,685 : 150 = 1394,498 : x

$$\text{woraus } x = \frac{150 \,.\, 1394{,}498}{2037{,}685} = 102{,}653$$

d. h. in 150 Theilen essigsaurem Bleioxyd sind 102,653 Theile Bleioxyd enthalten.

Nun fragt man 2) wieviel Theile Oxalsäure braucht man, um 102,653 Theile Bleioxyd zu sättigen? Diese Stoffe verbinden sich im Verhältniß ihrer Atomzahlen. Die Atomzahl der Oxalsäure ist 452,874. Demnach erhält man die Proportion

$$1394{,}498 : 102{,}653 = 452{,}874 : y,$$

$$\text{woraus } y = \frac{102{,}653 \,.\, 452{,}874}{1394{,}498} = 33{,}337$$

d. h. mit 102,653 Theilen essigsaurem Bleioxyd verbinden sich 33,337 Theile Oxalsäure zu neutralem oxalsaurem Bleioxyd, oder zu 150 Theilen essigsaurem Bleioxyd muß man, um es zu zersetzen, so viel Theile oxalsaures Kali hinzufügen, daß in demselben 33,337 Theile Oxalsäure vorkommen.

Man hat demnach 3) noch die Proportion

$$452{,}874 : 33{,}337 = 1042{,}791 : z,$$

$$\text{woraus } z = \frac{33{,}337 \cdot 1042{,}791}{452{,}874} = 76{,}762$$

d. h. um 150 Theile essigsaures Blei zu zersetzen, braucht man 76,762 Theile oxalsaures Kali.

Sezt man hier diese drei Proportionen zusammen, so ergibt sich aus der Uebersicht, daß sich Vieles abkürzen läßt, was aber der Deutlichkeit wegen nicht geschehen ist; doch soll hier gezeigt werden, wie man in diesem Fall zu verfahren habe. Man setze die Proportion unter einander, so erhält man

$$2037{,}685 : 150 = 1394{,}498 : x$$

$$1394{,}498 : x = 452{,}874 : y$$

oder wenn man statt x in die zweite Proportion den aus der ersten gefundenen Werth sezt, so erhält man die Proportion

$$1394{,}498 : \frac{1394{,}498 \cdot 150}{2037{,}685} = 452{,}874 : y$$

und hieraus wird nach §. 37

$$1 : \frac{150}{2037{,}685} = 452{,}874 : y$$

Sezt man diesen Werth von y in die lezte Proportion, so erhält man

$$452{,}874 : \frac{150 \cdot 452{,}874}{2037{,}685} = 1042{,}791 : z,$$

$$\text{woraus } z = \frac{150 \cdot 1042{,}791}{2037{,}685} = 76{,}762$$

Vergleicht man dieses Resultat mit den in der Aufgabe vorkommenden Zahlen, so findet sich, daß die Atomzahl des zu zersetzenden Salzes sich verhält zu der zu zersetzenden Menge wie die Atomzahl des hinzuzusetzenden Salzes zu der Menge, die davon genommen werden muß. Diese wichtige Regel, die hier auf dem Wege der einfachen Proportionen gefunden worden ist, läßt sich nach Erklärung der stöchiometrischen Gesetze noch auf anderem Wege finden. Doch ich kehre zur Vollendung der Aufgabe zurück.

Da nach der ersten Proportion in 150 Theilen essigsaurem Bleioxyd 102,653 Theile Bleioxyd sind, und diese nach der zweiten Proportion von 33,337 Oxalsäure neutralisirt werden, so erhält man 102,653 + 33,337 = 135,990 Theile oxalsaures Bleioxyd. Da ferner 150 Theile essigsaures Bleioxyd nach der dritten Proportion durch 76,762 Theile oxalsaures Kali zersezt werden, so ziehe man von der Summa aller Gewichtstheile das oxalsaure Bleioxyd ab, so erhält man den Rückstand, nämlich das essigsaure Kali = 150 + 76,762 — 135,990 = 226,762 — 135,990 = 90,772 essigsaures Kali.

Mehrere Beispiele der Art folgen im Anhang, da, wenn die Zahl der Atome, die sich verbinden, nicht gleich ist, dieses auf eine Art berücksichtigt werden muß, die erst nach Erklärung der stöchiometrischen Gesetze verstanden werden kann.

§. 52.

Bei der nach Berzelius am Ende des Buches angegebenen Reihe der einfachen Stoffe sind zwei verschiedene Reihen von Zahlen beigefügt als Verhältnißzahlen der Stoffe, neben denen sie stehen. Sie unterscheiden sich darin, daß in der einen Reihe die Verhältnißzahl des Sauerstoffs = 100 gesezt ist, und alle anderen Zahlen nach derselben berechnet sind; in der zweiten Reihe ist die Atomzahl des Wasserstoffs = 1 gesezt, und zu Grunde gelegt. Mittelst §. 39. kann man nun, wie es die einzelnen Fälle verlangen, Glieder der einen Reihe in Glieder der andern Reihe übertragen. Wollte man z. B. wissen, welche Verhältnißzahl dem Schwefel zukommt, wenn man den Wasserstoff = 1 sezt, und bekannt ist, daß die Verhältnißzahl des Schwefels = 201,165 ist, wenn der Sauerstoff = 100 gesezt wird, so ergibt sich offenbar, daß sich die Verhältnißzahlen des Sauerstoffs in beiden Reihen verhalten, wie die Verhältnißzahlen eines jeden andern Stoffes in beiden Reihen. Daraus folgt die Proportion

$$100 : 16{,}026 = 201{,}165 : x,$$

$$\text{woraus } x = \frac{16{,}026 \cdot 201{,}165}{100} = 32{,}2387\ldots$$

wofür man gewöhnlich mit Weglassung der lezten Decimalstelle 32,239 erhält.

Es läßt sich aber die erste Reihe in so fern leichter durch Analysen finden, als die zweite, da sich der Sauerstoff mit mehr Stoffen verbindet, als der Wasserstoff, weßwegen sie in dieser Hinsicht offenbar den Vorzug verdient. Ist die erste Reihe gefunden, so ergibt sich die zweite leicht durch Rechnung nach dem eben angeführten Beispiele, wobei man leicht einsieht, daß dasjenige, was hier von der Verwandlung der Verhältnißzahlen der einfachen Stoffe aus einer Reihe in die andere gesagt, und an obigem Beispiele gezeigt worden ist, natürlich auch für die Verwandlung der Verhältnißzahlen der Verbindungen aller Stufen gilt. Die zweite Reihe gibt durchgehends kleinere Zahlen, weßwegen sie in Rechnungen bequemer gebraucht wird. Hier sollen einige Beispiele für die Verwandlung der Verhältnißzahlen der Sauerstoffreihe (d. h. der Reihe, in welcher der Sauerstoff = 100 gesezt ist), in Verhältnißzahlen der Wasserstoffreihe (d. h. der Reihe, in welcher der Wasserstoff = 1 gesezt ist), ihren Platz finden.

Beisp. 1. Die Atomzahl des Schwefelwasserstoffs ist, wenn der Sauerstoff = 100 gesezt ist, = 213,645, wie groß ist sie, wenn der Wasserstoff = 1 gesezt wird?

Hier ist 100 : 16,026 = 213,645 : x

```
        1281870
        427290
      12818700
      213645
      ----------
      34,23874770
```

= dem Atomgewicht des Schwefelwasserstoffs, wofür man mit Weglassung der letzten Ziffern gewöhnlich 34,239 erhält.

Beisp. 2. Welches ist die Atomzahl des Schwefelcyankaliums in der Wasserstoffreihe, wenn sie in der Sauerstoffreihe 1222,330 ist?

Hier gilt die Proportion

$$100 : 16{,}026 = 1222{,}330 : x,$$

woraus $x = \frac{16{,}026 \cdot 1222{,}330}{100} = 195{,}8906058,$

wofür man gewöhnlich 195,89 sezt.

Beisp. 3. Welches ist die Atomzahl des essigsauren Kali in der Wasserstoffreihe, wenn sie in der Sauerstoffreihe 1233,103 ist?

Hier gilt die Proportion

$$100 : 16{,}026 = 1233{,}103 : x,$$

woraus $x = \frac{16{,}026 \cdot 1233{,}103}{100} = 197{,}61708678$

demnach ist 197,617 die Atomzahl des essigsauren Kali.

§. 53.

Soll man umgekehrt eine Verhältnißzahl der Wasserstoffreihe in die der Sauerstoffreihe verwandeln, so geschieht dies wieder durch eine Proportion. Es verhalten sich nämlich die Verhältnißzahlen des Sauerstoffs wieder zu einander, wie die jedes andern Stoffes. Nur ist zu merken, daß man die Verhältnißzahlen des Sauerstoffs nicht so, wie im vorhergehenden §., in die Proportion setzen darf, sondern gerade umgekehrt. Bezeichnet man die Atomzahl aus der Wasserstoffreihe von irgend einem Stoffe mit a, so ist die Proportion $16{,}026 : 100 = a : x$ für alle Fälle der Art gültig.

Beisp. 1. Mangan hat in der Wasserstoffreihe die Zahl 55,434, welche Zahl erhält es in der Sauerstoffreihe?

Hier gilt die Proportion

$$16{,}026 : 100 = 55{,}434 : x$$

```
16,026 | 5543,400 | 345,900
       | 4807,8   |
         -------
          73560
          64104
          -----
           94560
           80130
           ------
           144300
           144234
           ------
              6600
```

folglich ist 345,900 die Atomzahl des Mangan in der Sauerstoffreihe.

Beisp. 2. Die Atomzahl des Aluminium = 27,431 soll aus der Wasserstoffreihe in die Sauerstoffreihe übertragen werden; welche Zahl erhält man?

Man erhält die Proportion

$$16{,}026 : 100 = 27{,}431 : x,$$

woraus $x = \frac{100 \cdot 27{,}431}{16{,}026} = 171{,}167.$

Beisp. 3. Die Atomzahl der Wolframsäure = 237,699 soll aus der Wasserstoffreihe in die Sauerstoffreihe übergetragen werden. Welche Zahl erhält man?

Man erhält die Proportion

$$16{,}026 : 100 = 237{,}699 : x,$$

woraus $x = \frac{100 \cdot 237{,}699}{16{,}026} = 1483{,}3.$

§. 54.

In §. 52. und 53. sind zur Uebertragung der Atomzahlen der Stoffe aus einer Reihe in die andere nur die Verhältnißzahlen des Sauerstoffs gebraucht worden. Man kann aber eben so gut die Verhältnißzahlen des Wasserstoffs oder die eines andern Stoffes benützen, wenn dieselben bekannt sind. Hier sollen nur folgende Beispiele stehen.

Beisp. 1. Die Atomzahl des Phosphor ist in der Sauerstoffreihe = 196,155; wie groß ist sie in der Wasserstoffreihe?

Hier erhält man die Proportion

$$6,2398 : 1 = 196,155 : x \text{ und hieraus}$$

$$x = \frac{196,155}{6,2398} = 31,436,$$

folglich ist 31,436 die Atomzahl des Phosphor in der Wasserstoffreihe.

Beisp. 2. Es soll die Atomzahl des Ytriums aus der Wasserstoffreihe, in welcher sie 64,395 ist, in die Sauerstoffreihe übergetragen werden.

Hier erhält man die Proportion

$$1 : 6,2398 = 64,395 : x,$$

$$\text{woraus } x = 64,395 \,.\, 6,2398 = 401,8119210,$$

wofür man gewöhnlich 401,840 findet, welche Zahl man erhält, wenn man die Zahl nach §. 53. berechnet. Diese kleine Differenz erklärt sich, wenn man bedenkt, daß die Zahlen der Wasserstoffreihe, bei denen bei der Berechnung die lezten Decimalstellen weggelassen wurden, dieser Rechnung zu Grunde gelegt sind. Hier bemerke ich nur noch, daß man sich diese Uebertragung von einer Reihe in die andere sehr erleichtern kann, wenn man sich sowohl von 16,026, als auch von 6,2398 das zweifache, dreifache u. s. w. bis neunfache Produkt bildet, und diese Produkte bei der Multiplikation und Division benüzt, wodurch man schnell zu einem Resultate kommt, da man alle Partialprodukte nur aus dieser Tabelle zu entnehmen braucht. Ihres vielfachen Nutzens wegen will ich diese Produkte hier ansetzen.

1) Produkte von 16,026.

1 × 16,026 = 16,026
2 × — — = 32,052
3 × — — = 48,078
4 × — — = 64,104
5 × — — = 80,130

6 × 16,026 = 96,156
7 × — — = 112,182
8 × — — = 128,208
9 × — — = 144,234

2) Produkte von 6,2398.

1 × 6,2398 = 6,2398
2 × — — = 12,4796
3 × — — = 18,7194
4 × — — = 24,9592
5 × — — = 31,1990
6 × — — = 37,4388
7 × — — = 43,6786
8 × — — = 49,9184
9 × — — = 56,1582.

§. 55.

Eine andere Anwendung der Proportionen findet da statt, wenn ein Körper aus mehreren Stoffen zusammengesezt ist, und aus den Gewichtsverhältnissen der verschiedenen Stoffe berechnet werden soll, wie viel von jedem in einer gegebenen Menge enthalten ist. Hier ist klar, daß sich die Summa der einzelnen Verhältnißzahlen zu der ganzen Menge des Gewichtes verhält, wie die Verhältnißzahl eines jeden einzelnen Stoffes zu der Menge, die von jedem einzelnen Stoffe in der ganzen Zusammensetzung enthalten ist. Hier können die Angaben verschieden sein, denn entweder können die Mischungsverhältnisse nach Prozenten gegeben sein, wie im ersten der nachfolgenden Beispiele, oder durch die Atomzahlen oder durch beliebige andere Zahlen. Auf der andern Seite kann das Resultat entweder von einer beliebigen Menge verlangt sein, oder man kann auch nur die Zahl der Prozente wissen wollen. Nach den folgenden Beispielen, welche die verschiedenartigsten Fälle enthalten, wird es leicht sein, jeden gegebenen Fall der Art richtig zu behandeln.

Beisp. 1. Es soll gefunden werden, wieviel in 3 Loth krystallisirtem schwefelsaurem Zinkoxyd, welches aus 28,086 Proc. Zinkoxyd, 27,970 Proc. Schwefelsäure und 43,944 Proc. Wasser besteht, von jedem dieser Bestandtheile enthalten ist.

Man addire die drei gegebenen Zahlen, so erhält man 100, folglich

1) 100 : 3 Loth = 28,086 : x Loth Zinkoxyd,
woraus x = 0,84258 Loth Zinkoxyd folgt;
2) 100 : 3 = 27,970 : y Loth Schwefelsäure,
woraus y = 0,83910 Loth Schwefelsäure folgt;
3) 100 : 3 = 43,944 : z Loth Wasser,
woraus z = 1,31832 Loth Wasser folgt.

Addirt man diese drei Größen, so muß man 3 Loth erhalten, nämlich

0,84258
0,83910
1,31832
3,00000

Beisp. 2. Im Brechweinstein, d. h. im weinsauren Antimonoxydkali, ist 13,402 Proc. Kali, 43,458 Proc. Antimonoxyd, 38,029 Proc. Weinsäure und 5,111 Wasser enthalten. Wieviel von jedem der Bestandtheile ist in 350 Theilen enthalten?

Hier gelten die Proportionen

$$100 : 350 = 13,402 : x$$
$$100 : 350 = 43,458 : y$$
$$100 : 350 = 38,029 : z$$
$$100 : 350 = 5,111 : v$$

Dividirt man hier nach §. 37. die Glieder des ersten Verhältnisses mit 50, so erhält man

1) 2 : 7 = 13,402 : x,

woraus $x = \frac{7 \,.\, 13,402}{2} = 46,907$ Theile Kali folgt.

2) $2 : 7 = 43,458 : y$,

woraus $y = \frac{7 \cdot 43,458}{2} = 152,103$ Theile Antimonoxyd folgt.

3) $2 : 7 = 38,029 : z$,

woraus $z = \frac{7 \cdot 38,029}{2} = 133,1015$ Theile Weinsäure folgt.

4) $2 : 7 = 5,111 : v$,

woraus $v = \frac{7 \cdot 5,111}{2} = 17,8885$ Theile Wasser

folglich muß $46,907 + 152,103 + 133,1015 + 17,8885 = 350$ sein, was auch wirklich der Fall ist.

Beisp. 3. Chinin *) besteht aus 30 Atom Kohlenstoff, 3 Atom Stickstoff, 32 Atom Wasserstoff und 3 Atom Sauerstoff. Wenn die Atomzahlen der einfachen Stoffe bekannt sind, so fragt man, wieviel Procente von jedem im Chinin enthalten sind.

Man erhält demnach folgende Rechnung:

$$\begin{array}{rl} 30 \cdot 76,437 &= 2293,110 \\ 3 \cdot 88,518 &= 265,554 \\ 32 \cdot 6,2398 &= 199,6736 \\ 3 \cdot 100 &= 300 \\ \hline & 3058,3376 \end{array}$$

wofür man mit Weglassung der lezten Ziffer 3058,338 nimmt. Nun erhält man folgende vier Proportionen.

1) $3058,338 : 100 = 2293,110 : x$,

woraus $x = \frac{100 \cdot 2293,110}{3058,338} = 74,9789$.

2) $3058,338 : 100 = 265,554 : y$,

woraus $y = \frac{100 \cdot 265,554}{3058,338} = 8,6829$.

*) Nach Analysen von Pelletier und Dumas. Nach der Analyse von Liebig hätte es 20 Atom Kohlenstoff, 2 At. Stickstoff, 24 At. Wasserstoff und 2 At. Sauerstoff. Wie alsdann die Aufgabe zu behandeln ist, sieht man leicht aus der Analogie des hier durchgeführten Beispieles.

3) $3058,338 : 100 = 199,6736 : z$,

$$\text{woraus } z = \frac{100 \cdot 199,6736}{3058,338} = 6,5288.$$

4) $3058,338 : 100 = 300 : v$,

$$\text{woraus } v = \frac{100 \cdot 300}{3058,368} = 9,8092.$$

Läßt man hier die vierte Decimalstelle in den Resultaten weg, und erhöht die dritte, wenn die weggelassene mehr als 4 beträgt, so erhält man folgende Resultate:

Das Chinin besteht aus	74,979	Proc.	Kohlenstoff
	6,683	„	Stickstoff
	6,529	„	Wasserstoff
	9,809	„	Sauerstoff
	100		

Beisp. 4. Der Selenschwefel besteht aus 2 Atom Schwefel und 1 Atom Selen. Wieviel ist, wenn die Atomzahlen bekannt sind, in 3 Unzen, 1 Drachme Selenschwefel von jedem Stoffe enthalten?

Man erhält hier:

2 Atom Schwefel	= 402,330
1 Atom Selen	= 494,582
	896,912

3 Unzen 1 Drachme sind = 25 Drachmen, folglich ergibt sich

1) $896,912 : 25 = 402,330 : x$,

$$\text{woraus } x = \frac{25 \cdot 402,330}{896,912} = 13,77 \text{ Drachmen}$$

folglich findet sich in der gegebenen Menge 1 Unze, 1 Loth, 1⁷⁄₁₀ Drachme Schwefel.

2) $896,912 : 25 = 494,582 : y$,

$$\text{woraus } y = \frac{25 \cdot 494,582}{896,912} = 11,22$$

folglich findet sich 1 Unze 3 $^2/_9$ Drachmen Selen. Wollte man hier die vorkommenden Brüche noch in Scrupel und Gran ausdrücken, so kann man dies nach dem schon früher Gesagten thun.

§. 56.

An die im vorigen §. angegebenen Rechnungen, welche sich auf die Summe der Gewichtstheile der aus mehreren einfachen Stoffen zusammengesetzten chemischen Verbindungen beziehen, schließen sich diejenigen an, welche aus den Verhältnißzahlen der einzelnen Stoffe die Verhältnißzahl des Aggregates finden lehren. Diese Rechnungen beruhen auf einem zweiten, hier noch folgenden stöchiometrischen Gesetze. Doch ehe wir dies anführen, bemerken wir, daß die nachfolgenden Rechnungen nicht eigentlich in die Lehre von den Proportionen gehören, aber dennoch hier ihren Platz finden mögen, da sie in den folgenden Kapiteln als bekannt vorausgesezt werden, und hier nach dem, was bisher erklärt wurde, leicht verständlich sind, um so mehr, da dieselben schon theilweise angedeutet wurden.

Die Erfahrung zeigte, daß, wenn sich mehrere Stoffe zu einem auf chemische Weise verbinden, also einen zusammengesezten Stoff geben, die Verhältnißzahl desselben gleich der Summa der Verhältnißzahlen der einzelnen Stoffe ist, welche man nur zu addiren hat, um die Verhältnißzahl des Aggregates zu finden. Dabei ist zu bemerken, daß man darauf sehen muß, ob sich die Stoffe a, b, c u. s. w. in gleichen Maßtheilen mit einander verbinden, oder ob vielleicht einer oder der andere sich in einem Vielfachen des andern Stoffes mit demselben verbindet. Ein Beispiel wird das Gesagte und das Verfahren klar machen.

Man soll aus der Atomzahl des Sauerstoffs = 100 und aus der Atomzahl des Stickstoffs = 88,518 die Atomzahlen der nachfolgenden Verbindungen beider Stoffe finden, wenn die Zahl der Atome bekannt ist, durch deren Vereinigung die einzelnen Verbindungen entstehen.

1) Stickstoffoxydul besteht aus 2 Atom Stickstoff und 1 Atom Sauerstoff, folglich ist seine Atomzahl = 2 . 88,518 + 100 = 277,036.

2) Stickstoffoxyd besteht aus 2 Atom Stickstoff und 2 Atom Sauerstoff, folglich ist seine Atomzahl = 2 . 88,518 + 2 . 100 = 377,036.

3) Untersalpetrige Säure besteht aus 2 Atom Stickstoff und 3 Atom Sauerstoff, folglich ist ihre Atomzahl = 2 . 88,518 + 3 . 100 = 477,036.

4) Salpetrige Säure besteht aus 2 Atom Stickstoff gegen 4 Atom Sauerstoff, folglich ist ihre Atomzahl = 2 . 88,518 + 4 . 100 = 577,036.

5) Salpetersäure besteht aus 2 Atom Stickstoff und 5 Atom Sauerstoff, folglich ist ihre Atomzahl = 2 . 88,518 + 5 . 100 = 677,036.

§. 57.

Aus vorhergehendem §. ergibt sich, wie man, wenn *einmal* die Verhältnißzahlen der einfachen Stoffe (vielleicht nach Richter's Gesetz) gefunden sind, daraus, sobald man weiß in welchen Verhältnissen sie Verbindungen eingehen, die sämmtlichen Verhältnißzahlen aller zusammengesezten Stoffe finden kann. Auf diese Weise sind die Verhältnißzahlen der verschiedenen Zusammensetzungen aller Stoffe nach den beigefügten Formeln zu berechnen. Es läßt sich aber auch umgekehrt aus der Verhältnißzahl der Zusammensetzung und aus denen der einfacheu in der Zusammensetzung vorkommenden Stoffen sowohl die Anzahl der Atome, als auch die Atomzahl der einzelnen Stoffe finden, wenn die Angaben von der Art sind, daß nur eine solche Größe gesucht, und die übrigen bekannt sind. Das Verfahren wird an folgenden Beispielen deutlich werden. Es sind hier Verbindungen des Schwefels mit dem Sauerstoff gewählt.

Nach Berzelius verbindet sich der Sauerstoff mit dem Schwefel

1) zu unterschwefliger Säure, deren Atomgewicht = 602,330 ist, und zwar sind 2 Atom Schwefel gegen 2 Atom Sauerstoff darin enthalten. Welches ist das Atomgewicht des Schwefels?

Hier erhält man $\frac{602{,}330 - 2 \cdot 100}{2} = \frac{402{,}330}{2} = 201{,}165 =$ dem Atomgewicht des Schwefels.

2) Die schweflige Säure hat die Atomzahl 401,165. Wenn man weiß, daß sich hier 1 Atom Schwefel mit x Atom Sauerstoff verbindet, und die Atomzahlen beider Stoffe bekannt sind, so erhält man die Zahl der Atome des Sauerstoffs $= \frac{401{,}165 - 201{,}165}{100} = \frac{200}{100} = 2$ Atom Sauerstoff.

3) Das Atomgewicht der Unterschwefelsäure ist = 902,330. Wieviel Atome eines jeden Stoffes sind darin enthalten, wenn man ihre Atomzahlen als bekannt voraussezt?

Hier muß die Zahl 902,330 durch Addition eines Vielfachen von 100, und eines Vielfachen von 201,165 entstanden sein, oder $100 \cdot x + 201{,}165 \cdot y = 902{,}330$.

Diese Aufgabe gehört eigentlich in das Gebiet der Gleichungen mit unbestimmten Aufgaben, läßt sich aber in diesem speciellen Falle der Anwendung auf die Stöchiometrie meistens leicht und sicher auflösen, wenn man nur die Verhältnißzahlen der einzelnen Stoffe oberflächlich vergleicht mit der Verhältnißzahl der Zusammensetzung. Hier, wo 100 oder 200 oder 300 u. s. w. von 902,330 abgezogen ein Vielfaches von 201,165 zum Reste lassen muß, sieht man leicht, daß $902{,}330 - 5 \cdot 100 = 402{,}330 = 2 \cdot 201{,}165$ ist, daß folglich 5 Atom Sauerstoff sich mit 2 Atom Schwefel zu Unterschwefelsäure verbinden.

4) Ebenso ergibt sich, daß die Schwefelsäure, deren Atomgewicht = 501,165 ist, entstanden ist durch die Zusammensetzung von 3 Atom Sauerstoff und 1 Atom Schwefel, da $3 \cdot 100 + 1 \cdot 201{,}165 = 501{,}165$ ist.

Auf ähnliche Weise werden Beispiele behandelt, in denen die Verbindung aus mehr als zwei Stoffen besteht. An folgendem Beispiele wird das Verfahren deutlich werden.

Man weiß, daß 2 Atom Stickstoff mit 2 Atom Kohlenstoff und 2 Atom Wasserstoff sich zu Cyanwasserstoff verbinden. Die Atomzahl des Cyanwasserstoffs ist = 342,391; die Atomzahl des Stickstoffs ist = 88,518; die Atomzahl des Kohlenstoffs = 76,437. Wie groß ist die des Wasserstoffs?

Man erhält hier 342,391 — (2 Atom Stickstoff + 2 Atom Kohlenst.) = 2 Atom Wasserstoff. Dies gibt folgende Rechnung

$$\begin{array}{r} 2 \cdot 88,518 = 177,036 \\ 2 \cdot 76,437 = 152,874 \\ \hline 329,910 \end{array}$$

Diese Zahl von Atomgewicht des Cyanwasserstoffs abgezogen gibt 342,391 — 329,910 = 12,481, und diese Zahl durch 2 dividirt gibt 6,240, wofür man gewöhnlich 6,2398 findet.

Hier folgen noch mehrere vermischte Beispiele.

1) Die Atomzahl des Platinchlorür ist 1675,910. Wie groß ist die Atomzahl des Clor, wenn die Atomzahl des Platin 1233,260 ist, und 1 Atom Platin gegen 2 Atom Chlor im Platinchlorür enthalten ist?

Hier erhält man folgende Rechnung

$$\begin{array}{r} 1675,910 \\ 1233,260 \\ \hline 442,650 \\ \hline 2)\;\; 221,325 \end{array} = \text{der Atomzahl des Chlor.}$$

6) Die Atomzahl des Fluor ist 116,900, die des Cadmium = 696,767; die des Fluorcadmiums = 930,567. Wieviel Atome eines jeden Stoffes treten zusammen zur Bildung des Fluorcadmiums?

Da hier 2 . 696,767 größer ist, als 116,900, so können unmöglich 2 Atome Cadmium im Fluorcadmium enthalten sein,

folglich nur 1 Atom. Sobald man dies weiß, findet man die Zahl der Atome des Fluor durch folgende Rechnung

930,567
696,767

116,900 | 233,800 | 2 Atom Fluor.
          233,800

3) Das Atomgewicht der wasserfreien Weinsäure ist 836,947. Sie ist eine Verbindung des Kohlenstoffs = 76,437, des Wasserstoffs = 6,2398 und des Sauerstoffs = 100. Wie viel Atome eines jeden Stoffes müssen zur Bildung der wasserfreien Weinsäure zusammentreten?

Hier überlege man, die wie vielfachen der drei gegebenen Zahlen man zusammen zu addiren hat, damit am Ende rechter Hand 7 herauskommt. Dadurch findet man

4 . 76,437 = 305,748
5 . 6,2398 = 31,1990
336,947

Diese Zahl von der Atomzahl der wasserfreien Weinsäure abgezogen, gibt 836,947 — 336,947 = 500. Demnach sind 4 Atom Kohlenstoff, 5 Atom Wasserstoff und 5 Atom Sauerstoff in der Verbindung enthalten.

Anmerk. Durch Rechnung läßt sich aus der Atomzahl der Verbindung sehr schwierig die Zahl der Atome finden, wenn mehr als zwei Stoffe einen neuen constituiren, in welchem Fall die Analyse zu sicherern Resultaten führt, die aber nicht hierher gehören.

Drittes Kapitel.

Von den Gleichungen und ihren Anwendungen in der Stöchiometrie.

§. 58.

Soll aus gegebenen Verhältnissen einer unbekannten Größe zu bekannten Größen die unbekannte Größe bestimmt werden, so wird durch die Art der Verhältnisse der Weg bestimmt, auf dem es geschehen kann, wie z. B. die Regel de tri durch geometrische Verhältnisse entstanden ist. Sind die Verhältnisse der unbekannten Größe zu bekannten Größen von der Art, daß sich zwei dem Werthe nach gleiche, der Form nach verschiedene Verbindungen der gesuchten Größe und anderer bekannten Größen aufstellen lassen, so entsteht daraus eine Gleichung. Jede einzelne vorkommende Größe heißt Glied, und die Zahlen, mit denen die unbekannte Größe multiplicirt ist, heißen Koefficienten. Die unbekannten Größen bezeichnet man durch die Buchstaben x, y u. s. w.

§. 59.

Man theilt die Gleichungen ein nach der Zahl der unbekannten Größen, die darin vorkommen, in Gleichungen mit einer, zwei und mehreren unbekannten Größen. Eine andere Eintheilung ist die in Gleichungen mit bestimmten und mit unbestimmten Aufgaben.

Es gibt auch noch andere Eintheilungen, welche anzuführen hier unnöthig ist, da in der Stöchiometrie nur bestimmte Gleichungen

mit einer unbekannten Größe benützt werden, weßwegen auch nur diese hier erklärt werden sollen. Was daher in Folgendem von Gleichungen gesagt ist, gilt vorzugsweise nur von bestimmten Gleichungen mit einer unbekannten Größe.

§. 60.

Bei den Gleichungen ist das Augenmerk auf zwei verschiedene Dinge zu richten, nämlich 1) auf den Ansatz oder die Construction und 2) auf die Auflösung der Gleichung. Der eine Theil, nämlich die Construction der Gleichung, hängt von der Aufgabe ab, und der andere von der Gestalt und Form der Gleichung.

§. 61.

Eine Gleichung ansetzen oder construiren heißt die in der Aufgabe angegebenen Verhältnisse der bekannten Größen zu den unbekannten mit Hülfe der in §. 2.—5. angegebenen mathematischen Zeichen so ausdrücken, daß man 2 dem Werthe nach gleiche, der Form nach verschiedene Ausdrücke derselben Größe erhält, welche durch das Gleichheitszeichen verbunden die Gleichung geben. Hier läßt sich nun, da die Verhältnisse der bekannten und unbekannten Größen auf die verschiedenste Art gegeben sein können, keine solche bestimmte Regel für das Verfahren geben, wie z. B. bei der Regel de tri, bei welcher die Verhältnisse alle von einerlei Art sind, und nur hinsichtlich des Exponenten verschieden sein können, wodurch keine Verschiedenheit der Rechnung entstehen kann. Im Allgemeinen läßt sich nur Folgendes sagen. Man überlege den Sinn der Aufgabe, und suche denselben durch mathematische Zeichen auszudrücken.

§. 62.

Die Auflösung einer Gleichung besteht in dem Verfahren, die unbekannte Größe auf eine Seite des Gleichheitszeichens allein zu bringen, und auf die andere Seite nur bekannte Größen, welche alsdann den Werth der gesuchten Größe ausdrücken. Dies

geschieht mit Hülfe der vier Species, d. h. mit Hülfe der Addition, Subtraction, Multiplication und Division.

§. 63.

In der Mathematik gilt der Grundsatz: Gleiche Größen auf gleiche Art abgeändert, bleiben auch nach der Abänderung gleich. Auf diesen Grundsatz stüzt sich die Auflösungsart der Gleichungen, da die gesuchte Größe von jeder bekannten Größe, welche mit ihr durch eine der vier Species verbunden ist, durch die entgegengesezte Rechnungsart getrennt werden kann. Durch die Betrachtung der einzelnen Fälle, welche möglicherweise vorkommen können, wird das so eben gesagte deutlicher werden. In der Folge bezeichnen die Größen a, b, c u. s. w., d. h. die ersten Buchstaben des Alphabets, die in der Gleichung vorkommenden bekannten Größen.

§. 64.

Es sei die Gleichung

$$x + a = b$$

gegeben, d. h. die gesuchte Größe sei mit einer bekannten durch Addition verbunden, so kann diese Verbindung aufgelös't werden, wenn man auf beiden Seiten des Gleichheitszeichens a abzieht. Dadurch erhält man

$$x = b - a$$

demnach ist x auf einer Seite des Gleichheitszeichens allein, und auf der andern Seite nur die bekannten Größen a und b. So wie man hier verfahren hat, kann man überall verfahren, wo eine Größe mit x durch Addition in Verbindung steht, folglich wird jede durch Addition mit x verbundene Größe durch Subtraktion entfernt. Aus

$$x + 6 = 24$$

findet man demnach durch Subtraction der Zahl 6

$$x = 18.$$

§. 65.

Es sei die Gleichung

$$x - b = a$$

gegeben, d. h. die gesuchte Größe sei mit einer bekannten durch Subtraction verbunden, so addire man auf beiden Seiten des Gleichheitszeichens diejenige Größe, welche durch Subtraktion mit x verbunden ist, so erhält man

$$x = a + b$$

Demnach ist x auf einer Seite des Gleichheitszeichens allein, und auf der andern Seite nur die bekannten Größen a und b. Da die Größe b jede Größe vorstellen kann, so gilt das, was an dieser Gleichung gezeigt worden ist, von allen Gleichungen, folglich wird jede durch Subtraction mit x verbundene Größe durch Addition von x getrennt. Aus

$$x - 8 = 32$$

wird durch Addition von 8

$$x = 40$$

§. 66.

Die in den zwei vorhergehenden §§. gegebenen Regeln lassen sich zusammengefaßt so aussprechen: Jede Größe, welche durch + oder — mit x in Verbindung ist, läßt sich mit entgegengesetztem Zeichen auf die andere Seite des Gleichheitszeichens setzen. Diese Regel wird außer den zwei in §. 64. u. 65. angegebenen Fällen, in welchen eine bekannte Größe durch + oder — mit x verbunden ist, auch da benuzt, wo x selbst mit dem Minuszeichen auf einer Seite des Gleichheitszeichens vorkommt, in welchem Falle es mit dem Pluszeichen auf die andere Seite gesezt wird. Ist z. B. folgende Gleichung gegeben

$$a = b - x$$

so erhält man nach dem eben angegebenen

$$a + x = b$$

und hieraus $x = b - a$

oder in Zahlen $36 = 48 - x$

$$36 + x = 48$$

$$x = 12$$

§. 67.

Ist eine Gleichung von der Form gegeben

$$a \cdot x = b$$

d. h. ist die unbekannte Größe durch eine bekannte multiplicirt, so kann man diese leztere wegschaffen, wenn man mit derselben auf beiden Seiten des Gleichheitszeichens dividirt. Man erhält durch die Division die Gleichung

$$x = \frac{b}{a}$$

d. h. jeder Koefficient der unbekannten Größe x wird durch Division entfernt, oder in Zahlen

$$8x = 48$$

$$x = \frac{48}{8} = 6$$

§. 68.

Ist eine Gleichung von der Form gegeben

$$\frac{x}{a} = b$$

d. h. kommt ein Nenner der unbekannten Größe vor, so multiplicire man mit demselben beide Seiten der Gleichung, so erhält man, da jeder Bruch durch Multiplication mit dem Nenner in eine ganze Zahl verwandelt wird, welche dem Zähler gleich ist, die Gleichung

$$x = a \cdot b$$

d. h. jeder Nenner, der bei einer unbekannten Größe vorkommt, kann durch Multiplication mit demselben weggeschafft werden, oder in Zahlen

$$\frac{x}{3} = 36$$

$$x = 3 \cdot 36 = 108.$$

§. 69.

Die im lezten §. gegebene Regel wird auch da angewendet, wo die unbekannte Größe x selbst als Divisor vorkommt. Ist z. B. die Gleichung

$$\frac{a}{x} = b$$

gegeben, so muß vor allem das x durch eine Multiplication auf der Seite, wo es als Nenner vorkommt, weggeschafft werden. Dadurch erhält man die Gleichung

$$a = b \, . \, x$$

und hieraus $\frac{a}{b} = x$ oder in Zahlen

$$\frac{36}{x} = 12$$

$$36 = 12 \, x$$

$$3 = x$$

§. 70.

In den meisten Fällen ist die unbekannte Größe x nicht in so einfacher Verbindung, als es in den §. 64—69 angegebenen Gleichungen der Fall ist, sondern x steht in mehreren Verbindungen zugleich, kommt vielleicht auch öfter als einmal, und auf beiden Seiten des Gleichheitszeichens vor. Ferner können auch Rechnungsarten erst angezeigt sein, welche bei der Auflösung wirklich ausgeführt werden müssen. In diesem lezten Fall sind gewöhnlich mehrere Größen in Klammern eingeschlossen, und eine steht mit einem der in §. 2—5 angegebenen Zeichen außerhalb derselben, wodurch angezeigt wird, daß die durch das Zeichen angegebene Rechnungsart mit den sämmtlichen in Klammern stehenden Größen vorgenommen werden soll. Fragt man nun, wie die Veränderungen, durch welche man die bekannten Größen von den unbekannten trennt, auf einander folgen müssen, so läßt sich nicht unbedingt eine Ordnung angeben, in der die

Veränderungen auf einander folgen müssen. Nur im Allgemeinen läßt sich Folgendes angeben. Zuerst schaffe man die Klammern dadurch aus der Gleichung weg, daß man die durch mathematische Zeichen angezeigten Rechnungen wirklich ausführt. Hierauf schaffe man durch mehrere Multiplicationen, oder durch eine mit dem Generalnenner die sämmtlichen Nenner weg, welche in der Gleichung vorkommen. Hierauf bringe man sämmtliche x auf eine Seite des Gleichheitszeichens, und zwar auf diejenige, auf welcher ihre Summa das Zeichen + erhält, oder positiv ist, und summire dieselben. Nun hat man noch die mit + oder — bei x vorkommenden Größen wegzuschaffen, und zulezt mit dem Koeffizient zu dividiren, wodurch man x auf einer Seite allein erhält, d. h. die Gleichung auflöst. An nachfolgenden Beispielen wird das Verfahren deutlich werden.

Beispiel 1.

$$120 + \frac{1}{8}(x - 120) = 240 + \frac{1}{8}[x - (\frac{1}{8}x + 105 + 240)]$$

Lös't man hier zuerst die Klammer auf, vor welcher das Zeichen — steht, so erhält man durch Subtraktion der sämmtlichen in Klammer stehenden Größen die Gleichung

$$120 + \frac{1}{8}(x - 120) = 240 + \frac{1}{8}[\frac{7}{8}x - 345]$$

Nun löse man auf beiden Seiten der Gleichung durch wirkliche Multiplication mit $\frac{1}{8}$ die Klammern auf, so erhält man

$$120 + \frac{1}{8}x - 15 = 240 + \frac{7}{64}x - \frac{345}{8}$$

Nun schaffe man die Nenner durch Multiplication mit 64 weg, wobei natürlich diejenigen Größen, welche gar keinen Nenner haben, mit 64 multiplicirt werden, während da, wo 8 der Nenner ist, die Multiplication mit 64 dadurch vollzogen wird, daß man den Nenner wegläßt, und den Zähler noch mit 8 multiplicirt. Man erhält demnach

$$7680 + 8x - 960 = 15360 + 7x - 2760$$

Bringt man nun sämmtliche x auf die linke Seite, so erhält man

$$7680 + 8x - 960 - 7x = 15360 - 2760.$$

Nun summire man die x, und setze die andern Größen mit ihrem entgegengesezten Zeichen auf die andere Seite des Gleichheitszeichens, so erhält man

$$x = 15360 - 2760 - 7680 + 960 = 5880.$$

Im vorigen Beispiel hätte man kürzer verfahren können, wenn man vor der Multiplication mit 64 alle bekannten Größen auf die rechte Seite des Gleichheitszeichens bringt und da summirt, wodurch man sogleich erhält

$$\tfrac{1}{8}\,x = \tfrac{7}{64}\,x + \tfrac{735}{8}$$

Schafft man nun die Nenner weg, so erhält man

$$8\,x = 7\,x + 5880$$

woraus $x = 5880.$

Bei weniger Uebung ergibt sich nach einer nur oberflächlichen Betrachtung der Form der aufzulösenden Gleichung die am schnellsten zum Resultate führende Folge der Veränderungen leicht. Nach diesem Beispiele wird man die nachfolgenden leicht verstehen.

Beisp. 2. $\tfrac{3}{5}\,x - \tfrac{7}{10}\,x + \tfrac{3}{4}\,x - \tfrac{7}{8}\,x = -15.$

Hier multiplicirt man mit 40, so erhält man

$$24\,x - 28\,x + 30\,x - 35\,x = -600$$
$$-9\,x = -600$$
$$600 = 9\,x$$
$$66\tfrac{2}{3} = x$$

Beisp. 3. $\tfrac{11}{3} - x - \tfrac{9}{2}\,x + 8 = -17 - \tfrac{3}{5}\,x + \tfrac{3}{2}\,x$

$$110 - 30\,x - 135\,x + 240 = -510 - 18\,x + 45\,x$$
$$860 = 192\,x$$
$$x = 4\tfrac{23}{96}.$$

Beisp. 4. $\dfrac{1 - 2\,x}{3} + 7\,x = (13 - x)\,.\,4$

$$\frac{1 - 2\,x}{3} + 7\,x = 52 - 4\,x$$
$$1 - 2\,x + 21\,x = 156 - 12\,x$$
$$33\,x = 155$$
$$x = 5$$

§. 71.

Für die Construction der Gleichungen finde hier nur ein Beispiel aus Meier Hirsch Sammlung von Beispielen seinen Platz. Die Aufgabe ist folgende. Ein Kaufmann vermehrt sein Vermögen jährlich um 20 Proc., nimmt aber alle Jahre zu seinem Unterhalte 1000 Thlr. davon weg. Nachdem er auf diese Weise sein Geschäft drei Jahre betrieben hatte, findet er nach Abzug der gewöhnlichen 1000 Thlr., daß sich sein Vermögen um 200 Thlr. über $^3/_5$ seines angelegten Kapitals vermehrt habe. Wie groß war sein anfängliches Kapital?

Man nenne hier das anfängliche Kapital x, so vermehrte es sich im ersten Jahr um $^{20}/_{100}\,x = {}^1/_5\,x$. Demnach ist das Vermögen am Ende des ersten Jahres $x + {}^1/_5\,x = {}^6/_5\,x$. Hiervon nahm er 1000 Thlr. weg, hatte also am Schlusse des ersten oder Anfang des zweiten Jahres $^6/_5\,x - 1000$.

Im zweiten Jahr gewann er wieder $^1/_5$ von dem, was er im Anfang des zweiten Jahres hatte, oder $^1/_5 \,.\, ({}^6/_5\,x - 1000) = {}^6/_{25}\,x - 200$. Addirt er diesen Gewinn zu dem, was er im Anfang des zweiten Jahres hatte, so erhält er $^6/_5\,x - 1000 + {}^6/_{25}\,x - 200 = {}^{36}/_{25}\,x - 1200$. Davon nahm er wieder 1000 Thlr. weg, hatte folglich am Schlusse des zweiten Jahres $^{36}/_{25}\,x - 2200$.

Im dritten Jahr gewann er $^1/_5 \,.\, ({}^{36}/_{25}\,x - 2200) = {}^{36}/_{125}\,x - 440$; er hatte also im Ganzen $^{36}/_{25}\,x - 2200 + {}^{36}/_{125}\,x - 440 = {}^{216}/_{125}\,x - 2640$. Davon nahm er nun noch 1000 Thlr. weg, folglich blieb ihm $^{216}/_{135}\,x - 3640$.

Nun heißt es in der Aufgabe, daß sein Vermögen sich um 200 mehr, als $^3/_5$ desselben vermehrt hatte. Folglich erhält man die Gleichung

$$^{216}/_{125}\,x - 3640 = x + {}^3/_5\,x + 200.$$

Löst man diese Gleichung nun nach den gegebenen Regeln auf, so erhält man

$$216\,x - 455000 = 125\,x + 75\,x + 25000$$
$$16\,x = 480000$$
$$x = 30000$$

§. 72.

Der Anwendungen der Gleichungen sind unendlich viele, da fast jedes Verhältniß bekannter und unbekannter Größen sich in Gleichungen ausdrücken läßt, und man daher fast alle Aufgaben auf diesem Wege auflösen kann. Eine besonders wichtige Anwendung der Gleichungen kann in der Stöchiometrie da gemacht werden, wo es gelingt mehrere Größen, welche zur wechselseitigen Bestimmung von einander dienen, so in eine Gleichung zu vereinigen, daß ihre sämmtlichen gegenseitigen Beziehungen in derselben ausgedrückt sind. Ist in einer Gleichung auf diese Art das gegenseitige Verhältniß mehrerer von einander abhängigen Größen ausgedrückt, so kann man dieselbe zur Auflösung so vieler verschiedenen Aufgaben benützen, als verschiedene Größen in derselben vorkommen.

§. 73.

Multiplicirt man das specifische Gewicht S eines Körpers mit dem Volumen V desselben, so bekommt man das absolute Gewicht desselben, oder

$$A = S \,.\, V$$

In dieser Gleichung, mag nun von den drei Größen A, S und V eine gesucht sein, und zwar welche man will, so läßt sie sich finden, sobald die beiden übrigen gegeben sind. Man hat hier, um eine Aufgabe der Art aufzulösen, nur die gegebenen Zahlen für die zwei in der Gleichung als bekannt angenommenen Größen einzusetzen, so erhält man immer eine Gleichung mit nur einer unbekannten Größe. Diese kann man alsdann nach dem von §. 64—70 gegebenen Bestimmungen auflösen. Diese Gleichung liegt demnach dreien verschiedenen Auf-

gaben zu Grunde, und man heißt sie, wie alle Gleichungen der Art, Grundgleichung.

§. 74.

Wir wollen die Betrachtungen weiter fortsetzen, und die Anwendung auf chemische Verbindungen zweier Stoffe kennen lernen. Bedeuten a, s, v dieselben Gegenstände bei einem andern Körper, so ist ebenfalls $a = s \cdot v$.

Gehen nun zwei Körper eine chemische Verbindung ein, so gilt in dieser offenbar die Proportion

$$A : a = S \cdot V : s \cdot v$$

woraus nach §. 38 die Gleichung folgt

$$A \cdot s \cdot v = a \cdot S \cdot V$$

In dieser Gleichung kommen nun sechs Größen vor, von denen sich jede einzeln finden läßt, wenn die fünf übrigen gegeben sind. Daraus ergibt sich, daß demnach auch sechs verschiedene Aufgaben aus dieser Gleichung abgeleitet werden können, welche alle aus dieser Grundgleichung ihre Auflösung finden.

Anmerk. Aufgaben dieser Art werden gewöhnlich so behandelt, daß man für jeden der sechs Fälle eine besondere Buchstabenformel entwickelt, in welche man alsdann die gegebenen Zahlen einsezt. Man ist dabei in die Nothwendigkeit versezt, sechs Formeln im Gedächtniß zu behalten, und geräth dabei leichter in Irrthümer, als bei dem Einsetzen der bekannten Größen in die Grundgleichung, aus welcher man die jedesmalige unbekannte Größe leicht finden kann. Hier seien ein paar Beispiele mitgetheilt, und zwar sei das erste derselben auf verschiedene Fälle angewendet, wodurch dem Leser die Sache deutlich wird, und er ohne Anstand jedes Beispiel auflösen kann.

Beisp. 1. Es sei das absolute Gewicht des Sauerstoffs $A = 100$, sein Volumen $V = 1$, sein specifisches Gewicht $S = 1{,}10359$, das absolute Gewicht des Wasserstoffs $a = 12{,}4796$, sein Volumen $v = 2$, wie groß ist das specifische Gewicht des Wasserstoffs?

Hier ist $A \,.\, s \,.\, v = a \,.\, S \,.\, V$

$$100 \,.\, s \,.\, 2 = 12{,}4796 \,.\, 1{,}10359 \,.\, 1$$

demnach $s = \frac{12{,}4796 \,.\, 1{,}10359}{200} = 0{,}068863$

Wäre die Zahl für das specifische Gewicht des Wasserstoffs gegeben gewesen, und man hätte das specifische Gewicht des Sauerstoffs gesucht, so hätte man die Gleichung gehabt

$$100 \,.\, 0{,}068863 \,.\, 2 = 12{,}4796 \,.\, S \,.\, 1$$

woraus $S = \frac{100 \,.\, 0{,}068863 \,.\, 2}{12{,}4796}$.

Wäre das absolute Gewicht des Sauerstoffs unbekannt gewesen, so hätte man die Gleichung erhalten

$$A \,.\, 0{,}068863 \,.\, 2 = 12{,}4796 \,.\, 1{,}10359 \,.\, 1$$

woraus $A = \frac{12{,}4796 \,.\, 1{,}10359 \,.\, 1}{2 \,.\, 0{,}068863}$.

Wäre V unbekannt gewesen, so hätte man die Gleichung erhalten

$$100 \,.\, 0{,}068863 \,.\, 2 = 12{,}4796 \,.\, 1{,}10359 \,.\, V$$

woraus $V = \frac{100 \,.\, 0{,}068863 \,.\, 2}{12{,}4796 \,.\, 1{,}10359}$.

Man sieht hier deutlich ein, wie leicht man aus dieser Grundgleichung jede beliebige Größe entwickeln kann, und wird daher diesen Weg zu den Berechnungen der Art den Proportionen immer vorziehen, bei welchen in diesem Falle hier fast jedes einzelne Glied immer selbst schon zusammengesezt, nämlich entweder ein Quotient oder ein Produkt ist.

Beisp. 2. 1 Volumen Cyan und 1 Volumen Wasserstoff verbinden sich zu Cyanwasserstoff. Das specifische Gewicht des Wasserstoffs ist = 0,0688, das absolute (da hier 1 Volumen = Doppelatom ist) Gewicht = 12,4796, das absolute Gewicht des Cyans = 329,911. Wie groß ist das specifische Gewicht des Cyanwasserstoffs?

Hier ist $A = 12,4796$
$S = 0,0688$
$V = 1$
$a = 329,911$
$v = 1$

folglich erhält man durch Substitution in die Grundgleichung

$$12,4796 \,.\, s \,.\, 1 = 329,911 \,.\, 0,0688 \,.\, 1$$

und hieraus $s = \frac{329,911 \,.\, 0,0688}{12,4796} = 1,81$

Hier kann man ebenso die Aufgabe verändern, wie in vorigem Beispiele. Der Kürze wegen überlasse ich es dem Leser selbst, dies zu thun, um so mehr, da mehrere Beispiele der Art im Anhang folgen werden.

§. 75.

Aus dem vorhergehenden §. wird man leicht einsehen, daß man die Gleichungen überall da anwenden kann, wo Proportionen gegeben sind, und daß sich demnach jede durch Proportionen ausführbare Rechnung durch Multiplikation der äußern und innern Glieder auf Gleichungen zurückführen läßt. Wenn diese Verwandlung der Proportionen in Gleichungen auch nicht in allen Fällen von Nutzen sein möchte, so ist sie gewiß für den im Rechnen weniger geübten dann von Vortheil, wenn die einzelnen Glieder der Proportionen selbst durch Multiplication oder Division zusammengesezte Größen sind, und nicht das lezte Glied der Proportion, sondern ein anderes oder gar nur ein Factor desselben gesucht wird, was der Fall ist, wenn man Aufgaben, wie die im vorigen §., als Proportionen behandelt. Fernere Anwendungen der Gleichungen folgen im Anhang.

Viertes Kapitel.

Von den stöchiometrischen Gesetzen.

§. 76.

Nachdem in den vorigen drei Kapiteln die zu stöchiometrischen Rechnungen nöthigen mathematischen Sätze erklärt sind, so will ich zu der Erklärung der stöchiometrischen Gesetze selbst übergehen, obwohl von ihnen an verschiedenen Orten schon einzelnes erklärt worden ist, wo es nöthig war, um die Anwendung der mathematischen Sätze geben zu können.

§. 77.

Das erste stöchiometrische Gesetz, sowohl der Zeit der Erfindung, als der Wichtigkeit nach, ist das schon im §. 44—47 erklärte Gesetz der Neutralisation, welches, da es dort schon erklärt worden ist, hier nur der Vollständigkeit wegen seinen Platz noch einmal finden mag.

Dieses Gesetz, welches ursprünglich nur für den unter Nr. 1. folgenden Fall gefunden war, heißt allgemein ausgesprochen so:

„Bilden zwei Stoffe A und B mit zwei andern a und b zwei „neutrale Verbindungen Aa und Bb, und beide zersetzen sich „nach dem Gesetze der doppelten Wahlverwandtschaft, so daß „der Stoff a an den Stoff B, und der Stoff b an den Stoff „A übertritt, so sind die Verbindungen Ab und Ba gleichfalls „neutral."

Die Anwendung dieses Gesetzes auf die Verrechnung stöchiometrischer Zahlen, welche schon Richter machte, und welche später

noch mehr ausgedehnt wurde, übergehe ich hier, da sie schon berührt wurde, und will hier nur die wichtigsten einzelnen Fälle angeben, in denen dieses Gesetz seine Anwendung findet.

1) Gilt dieses Gesetz von zwei neutralen Salzen, weßwegen mit Hülfe desselben die stöchiometrischen Zahlen aller Salze berechnet werden konnten, welche binäre Verbindungen sind, und sich gegenseitig neutralisiren.

2) Gilt dies Gesetz, wenn eine neutrale binäre Sauerstoffverbindung sich mit einer gleichfalls neutralen Schwefelverbindung zersezt, denn dann entstehen gleichfalls zwei neue wieder neutrale Verbindungen.

Durch Benutzung von Nr. 2. wurde es also möglich, die stöchiometrischen Zahlen einer Menge von Verbindungen zu berechnen, nämlich die sämmtlichen binären Schwefelverbindungen, welche durch binäre Sauerstoffverbindungen zersezt werden.

3) Von dieser in Nr. 2. gegebenen Erweiterung von Nr. 1. schritt man weiter, und dehnte dieses Gesetz auf alle *binäre* Verbindungen aus, die sich gegenseitig durch *doppelte* Wahlverwandtschaft zersetzen, und erhielt dadurch das oben allgemein ausgesprochene Gesetz, und damit die Möglichkeit, alle binären Verbindungen zu berechnen.

§. 78.

Ein zweites, diesem ähnliches, Gesetz ist dasjenige, worauf die Sättigungscapacität der Säuren beruht; dieses heißt allgemein ausgesprochen so:

„Wenn eine Metalloxydalsalzauflösung durch ein anderes „Metall zersezt wird, so wird das zweite Metall durch die Oxydmenge des ersten gerade auf dieselbe Oxydationsstufe erhoben, „auf welcher das erste Metall stand.“

Hieraus schloß man, daß

1) in verschiedenen Oxydmengen zweier Metalle, welche mit ein und derselben Menge der nämlichen Säure neutrale Verbindungen eingehen, gleichviel Sauerstoff enthalten sein müsse.

Dadurch war es möglich, die Menge von Sauerstoff verschiedener Oxyde zu berechnen, wenn die Menge des Sauerstoffs eines Oxydes bekannt war, und die Menge der Säure (d. h. die Menge des Sauerstoffs der Säure), welche in gleichem Maße genommen die verschiedenen Oxyde neutralisirte. Dieses Gesetz erhielt

2) durch die Nachweisung Davy's allgemeine Gültigkeit, so daß auch Alkalien und Erden sich darnach richten.

Leicht ergibt sich hier auch, daß, wenn man mit ein und demselben Oxyde, dessen Sauerstoffgehalt bekannt war, verschiedene Säuren verband, man alsdann aus diesen Versuchen erkennen konnte, wieviel Sauerstoff in der Säure enthalten sei, oder wieviel eine Säure von einem bekannten Oxyde sättigen kann.

§. 79.

Das dritte stöchiometrische Gesetz ist das von Dalton gefundene, und von spätern Chemikern weiter ausgeführte Gesetz der Multiplen, welches sich allgemein so aussprechen läßt:

„Geht ein Stoff **A** mit einem Stoff **B** mehrere Verbin„dungen ein, so sind diese von der Art, daß sich die Mengen „von **B** ohne Rest durch die niedrigste dividiren lassen und ganze „Zahlen zu Quotienten geben, d. h. daß sich die verschiedenen „Mengen von **B** verhalten wie 1, 1½, 2, 3, 4 u. s. w.“

Demnach verbinden sich die Stoffe auf folgende Weise:

1 **A** mit 1 **B**
1 **A** mit 1½ **B**
1 **A** mit 2 **B**
1 **A** mit 3 **B** u. s. w.

und umgekehrt 1 **B** mit 1 **A** oder 1½ **A** oder 2 **A** u. s. w.

Unter diesen hier angegebenen Verbindungen ist nun die zweite 1 **A** mit 1½ **B** von der Art, daß die Menge von **B** nicht eigentlich ein Produkt von **B** und ganzen Zahlen ist, aber Berzelius vermuthet, daß es in diesem Fall, wenn eine Verbindung der

Art vorkommt, eine Verbindung von A und B gebe, in welcher eine geringere Menge von B, als 1B, als Einheit genommen werden könne, vielleicht $^1/_2$ B, wodurch alsdann die obige Reihe 1, $1^1/_2$, 2, 3 u. s. w. in die 2, 3, 4, 6 u. s. w. übergeht, in welcher also lauter ganze Zahlen vorkommen, da die verschiedenen Mengen von B, welche sich mit 1A verbinden, Vielfache von ganzen Zahlen mit $^1/_2$ B sind. Dies fand sich wirklich in mehreren Beispielen so, bei andern bleibt es der Zukunft überlassen, in welcher es den eifrigen Forschern vielleicht glücken wird, dieses Gesetz allgemein durchzuführen, d. h. in allen Fällen, in welchen solche Verhältnißzahlen wie $1^1/_2$ vorkommen, noch eine Verbindung der Stoffe A und B zu finden, welche sich in kleinern Verhältnissen, als 1A und 1B constituirt. Unter den Versuchen der Art ist die Hypothese Meißner's, welche in seinem umfangreichen Werke über chemische Aequivalentenlehre (Wien 1834, 2 Bände) dargestellt ist, ehrenvoll zu erwähnen. Der Zeit bleibt es überlassen, diese anzuerkennen oder nicht, je nachdem sie sich mehr oder minder bewährt.

§. 80.

Nach dem im vorhergehenden §. angegebenen Gesetze theilte man die Verbindungen ein

1) in zweifache, binäre, Verbindungen der ersten Stufe, in welchen sich 1A mit 1B verbindet;
2) in dreifache, wenn sich 2A mit 1B, oder 1A mit 2B verbindet;
3) in vierfache, wenn sich entweder 1A mit 3B, oder 3A mit 1B verbinden u. s. w.

Dabei ist jedoch zu bemerken, daß diese Benennung nicht allgemein anerkannt wird, da die Chemiker nicht nur sehr oft über die Menge der in einer Verbindung enthaltenen Atome verschiedener Meinung sind, sondern auch diese Verbindungsstufen nach andern Principien feststellen.

§. 81.

Aus dem vorhergehenden Gesetze berechnete Dalton eine Reihe von Verhältnißzahlen, wie Richter es nach seinem Gesetze gethan hat, und legte dabei den Wasserstoff als Einheit zu Grunde. Der Leser wird leicht einsehen, daß bald dieses, bald jenes Gesetz dazu gebraucht wird, wie es denn auch von Berzelius in seiner neuesten Atomenlehre wirklich geschah, in welcher dieser ausgezeichnete Chemiker zu der Berechnung der stöchiometrischen Zahlen der verschiedenen Stoffe alle stöchiometrischen Gesetze benützte, je nachdem das eine oder das andere einen Vortheil darbietet.

§. 82.

Bei einem vierten stöchiometrischen Gesetz muß die elektrische Beschaffenheit der Stoffe berücksichtigt werden. Bekanntlich tritt ein Stoff im Falle der Berührung und chemischen Verbindung mit andern gegen dieselben entweder elektrisch positiv oder negativ auf. Man hat durch Versuche eine Reihe gefunden, in welcher jeder Körper gegen den vorhergehenden elektrisch positiv, und gegen den nachfolgenden elektrisch negativ auftritt. Es ist folgende.

— E.
Sauerstoff.
Schwefel.
Stickstoff.
Chlor.
Brom.
Jod.
Fluor.
Phosphor.
Selen.
Arsenik.
Chrom.
Vanadium.
Molybdän.
Scheel.
Boron.
Carbon.
Antimon.
Tellur.
Tantal.
Titan.
Silicium.
Osmium.
Wasserstoff.

Gold.	Kadmium.
Iridium.	Zink.
Rhodium.	Mangan.
Platin.	Zirkonium.
Palladium.	Alumnium.
Mercur.	Yttrium.
Silber.	Beryllium.
Kupfer.	Magnium.
Uran.	Calcium.
Wismuth.	Strontium.
Zinn.	Baryum.
Blei.	Lythium.
Cerium.	Sodium.
Kobalt.	Kalium.
Nickel.	+ E.
Eisen.	

Nun fand man folgendes wichtige Gesetz:

„Wenn sich zwei oder mehrere oxydirte Körper mit einan„der verbinden, so steht der in ihnen enthaltene Sauerstoff, als „der elektronegativste Bestandtheil, in einem solchen Verhältnisse, „daß die Menge desselben in einem Körper, der positiv gegen „ihn auftritt, ein Vielfaches aus einer ganzen Zahl und der „Sauerstoffmenge ist, welche in einem andern Körper vorkommt.“

Man sieht demnach, daß ein ähnliches Gesetz der Multiplen, welches für einfache Stoffe, welche sich mit Sauerstoff verbinden, gilt, auch für verschiedene zusammengesezte Stoffe seine Anwendung findet.

§. 83.

Ein anderes wichtiges Gesetz ist folgendes:

„Verbinden sich mehrere verbrennliche Stoffe mit einander, „so verbinden sie sich in demselben Verhältnisse, in welchem sie „sich mit Sauerstoff verbinden, da die Verbindungen in der Art „geschehen, daß wenn man sie bis zu einem gewissen Grade

„oxydirt, der Sauerstoff, welchen der eine aufnimmt, ein Mul„tiplum ist von dem Sauerstoff, welchen der zweite aufnimmt."

Dieses Gesetz ist eigentlich eine Erweiterung des Neutralisationsgesetzes, muß aber doch besonders aufgeführt werden, da es über Verbindungen, die keinen Sauerstoff enthalten, Aufschluß gibt, während bei Neutralisation im engern Sinne von Verbindungen des Sauerstoffs und einer Base die Rede ist.

§. 84.

Ein sechstes stöchiometrisches Gesetz ist von Gay-Lussac entdeckt, und gibt Aufschluß über die Verbindungen derjenigen Stoffe, welche sich im gasförmigen Zustande darstellen lassen, und in solchem chemische Verbindungen eingehen. Von diesen Gasen gilt alsdann das Gesetz: „daß sie sich mit einander in einfachen „Raumverhältnissen verbinden, wie 1 Volumen des ersten mit ½, 1, 1½, 2, 3 Volumen des zweiten Gases."

Aus diesem Gesetze lassen sich die specifischen und Atomgewichte der Körper berechnen.

§. 85.

Ein anderes Gesetz ist das der Isomorphie, welches in manchen Fällen aus der bekannten Anzahl der Atome eines Körpers die Anzahl der Atome eines andern finden lehrt. Dieses Gesetz ist folgendes:

„Haben zwei Körper gleiche Krystallform, so enthalten sie „eine gleiche Anzahl von Atomen."

Dieses von Mitscherlich entdeckte Gesetz läßt sich allgemein auch so ausdrücken: Wenn zwei Stoffe A und B gleiche Krystallform haben, und sich mit einer gleichen Anzahl Atome eines dritten Stoffes C verbinden, so haben die Verbindungen AC und BC wieder gleiche Krystallform. Demnach kann man 1) aus der einfachen Form und der gleichen Zahl der Atome auf gleiche Krystallform der neuen Verbindungen, 2) aus gleicher Krystallform der einfachen Stoffe und der Verbindungen auf gleiche

Zahl der Atome des Sauerstoffs, und 3) aus gleicher Zahl der Atome des Sauerstoffs und gleicher Krystallform der Zusammensetzungen auf gleiche Form der einfachen Stoffe schließen.

§. 86.

Nachdem hier die stöchiometrischen Gesetze aufgezählt worden sind, so soll hier nur an einigen Beispielen gezeigt werden, wie dieselben auf die Berechnung der stöchiometrischen Zahlen angewendet worden sind, da es für den Zweck dieses Buches zu weit führen würde, die Berechnungen für alle Stoffe, mithin die vollständige Anwendung dieser stöchiometrischen Gesetze anzugeben.

Beisp. 1. Nach Rothhoff's Versuchen gibt eine Menge neutrales salzsaures Nickeloxyd, welches 188 Theile Nickeloxyd enthält, durch Zusatz von Chlorsilber und durch die nach dem ersten stöchiometrischen Gesetze entstehende Zersetzung 718,2 Theile salzsaures Silberoxyd; demnach muß die Sauerstoffmenge in beiden Oxydmengen nach dem zweiten Gesetze gleich groß sein. Wenn nun die Atomzahl des Chlorsilbers 1794,255 bekannt ist, ist, so erhält man die Atomzahl des Nickeloxydes durch die Proportion:

$$718,2 : 1794,255 = 188 : x, \text{ woraus}$$

$$x = \frac{1794,255 \,.\, 188}{718,2} = 469,675$$

Nimmt man nun an, daß im Nickeloxyd 1 Atom Nickel gegen 1 Atom Sauerstoff enthalten ist, so muß man von dieser Zahl des Nickeloxydes die Zahl des Sauerstoffes abziehen, um die Atomzahl des Nickels zu erhalten; folglich ist sie

$$469,675 - 100 = 369,675.$$

Beisp. 2. Als Beleg für das dritte stöchiometrische Gesetz mögen die Verbindungen des Phosphor mit dem Sauerstoff gelten. Beide Stoffe gehen folgende Verbindungen ein.

1) Unterphosphorige Säure. In dieser sind 2 Atom Phosphor gegen 1 Atom Sauerstoff enthalten, folglich ist die Atomzahl = 392,310 + 100 = 492,310.

2) Phosphorige Säure. In dieser ist dieselbe Menge Phosphor mit 3 Atom Sauerstoff verbunden; folglich ist die Atomzahl = 392,310 + 300 = 692,310.

3) Phosphatige Säure. In dieser ist 1 Atom Phosphor mit 4 Atom Sauerstoff verbunden, folglich ist seine Atomzahl 392,310 + 400 = 792,310.

4) Phosphorsäure. Hier ist 1 Atom Phosphor mit 5 Atom Sauerstoff in Verbindung, folglich die Atomzahl 392,310 + 500 = 892,310. Vergleicht man hier die Sauerstoffmengen der vier angegebenen Verbindungen des Phosphors in der Art, daß man mit der Sauerstoffmenge der niedrigsten Verbindung in die übrigen dividirt, so findet man, daß sich dieselben in den vier Verbindungen verhalten wie die ganzen Zahlen 1, 3, 4 und 5.

Beisp. 3. Einen Beleg für das vierte stöchiometrische Gesetz kann die Analyse des Alaun geben. Er besteht aus

34,33	Schwefelsäure,	worin	20,590	Th.	Sauerstoff	sind.
10,86	Alumniumoxyd,	"	5,077	"	" "	"
9,81	Kali,	"	1,674	"	" "	"
45	Wasser,	"	39,710	"	" "	"

Nun ist Kali der elektropositivste Bestandtheil, und man erhält

1) $\frac{5,077}{1,674} = 3$ d. h. der Sauerstoff der Thonerde ist das Dreifache vom Sauerstoff des Kali.

2) $\frac{20,590}{1,674} = 12$ d. h. der Sauerstoff der Schwefelsäure ist das Zwölffache des Sauerstoffs des Kali.

3) $\frac{39,710}{1,674} = 24$ d. h. der Sauerstoff des Wassers ist das Vierundzwanzigfache des Sauerstoffs des Kali.

Anmerk. Wenn man im vorigen Beispiel wirklich dividirt, so bleibt in den beiden ersten Fällen ein kleiner Rest, und im lezten fehlt etwas. Solche kleine Differenzen in den Decimalstellen sprechen durchaus nicht gegen die Wahrheit des Gesetzes, da sie entweder von der Ungenauigkeit der Analysen herkommen können, oder davon, daß die Decimalstellen immer nur näherungsweise angegeben sind.

Beisp. 4. Man weiß das specifische Gewicht des Sauerstoffs = 1,0981 und das specifische Gewicht des Kohlenoxydgases = 0,9537, und weiß, daß sich 0,5 Sauerstoff mit 1 Volumen Kohlenoxydgas zu 1 Volumen Kohlensäure verbinden. Man fragt, wie groß ist das specifische Gewicht derselben?

Hier findet man offenbar das specifische Gewicht durch einfache Addition der specifischen Gewichte derjenigen Stoffe, welche die Kohlensäure constituiren, nur müssen sie bei der Addition mit denjenigen Zahlen multiplicirt werden, welche die Zahl der Atome angeben. Man erhält also

$$1 . 0,9537 = 0,9537$$
$$0,5 . 1,0981 = 0,54905$$
$$1,50275$$

Hier hätte sich auch aus dem specifischen Gewichte der Kohlensäure und dem specifischen Gewichte von einem von beiden Stoffen das specifische Gewicht des andern finden lassen. Wäre z. B. das specifische Gewicht des Kohlenoxydgases gesucht, so erhielte man dasselbe auf folgende Weise:

$$1,50275 - 0,54905 = 0,9537 = x.$$

Oder wäre das specifische Gewicht des Sauerstoffs zu suchen gewesen, so hätte man erhalten

$$1,50275 - 0,9537 = 0,5 . x$$
$$\text{woraus } 0,44905 = 0,5 . x$$
$$\text{folglich } x = 1,0981.$$

Beisp. 5. Durch die Isomorphie bestimmte man, daß das Alumniumoxyd (Thonerde) 3 Atome Sauerstoff enthält, auf folgende Weise. Da es bis jezt das einzige bekannte Oxyd des Alumniums ist, so konnte man die Zahl der Atome des Sauerstoffs nicht nach dem dritten Gesetze der Multiplen finden. Man weiß aber, daß das Alumniumoxyd mit dem Eisenoxyd und Manganoxyd isomorph ist; daraus schloß man, daß es mit jenem eine gleiche Anzahl von Sauerstoffatomen enthalte, nämlich 3 Atome.

Fünftes Kapitel.

Von den in der Stöchiometrie vorkommenden Zeichen.

§. 87.

Die ersten Anfänge der Chemie finden wir, wenn gleich später, wie die ersten Anfänge der Astronomie, in einem frühen Zeitalter. Wenn auch die ersten Versuche, aus denen die jetzige Chemie nach und nach entstanden ist, weit entfernt sind von den wissenschaftlichen Untersuchungen der neuern Zeit, und nicht systematisch angestellt wurden, so galt doch der Chemiker in der damaligen Zeit, welche die Ergründung der Geheimnisse der Natur nur in Verbindung mit dem Geisterreich dachte, immer für einen Mann von ausgezeichneten Kenntnissen. Im Mittelalter floß der Begriff der Chemie mit dem der Alchemie zusammen, und der Begriff der Astronomie mit dem der Astrologie, oder vielmehr Chemie und Alchemie, Astronomie und Astrologie, und häufig alle vier Zweige des Wissens wurden als eng verzweigt mit einander behandelt und ergänzten sich gegenseitig.

§. 88.

Daher kam es, daß eine Menge von Sachen von einer dieser Wissenschaften in die andere übergetragen, und diese dadurch unzertrennlich gemacht wurden. So nahm der Alchemist seine geheimnißvollen Prozesse nur bei günstigem Stande der Gestirne vor, ja man ging noch weiter, und glaubte, nähere Beziehungen einzelner Stoffe und einzelner Gestirne gefunden zu haben. Daher kam es, daß man einzelnen Stoffen dieselben Zeichen gab,

welche in der Astronomie diejenigen Gestirne bezeichneten, mit denen man ein Wechselverhältniß zu den einzelnen Stoffen wahrgenommen zu haben glaubte. Ich führe hier nur die gleichgeltenden Zeichen für einige an.

☉ bezeichnet das Gold und die Sonne.
☽ „ „ „ Silber und den Mond.
♂ „ „ „ Eisen und den Mars.
u. s. w.

§. 89.

In der spätern Zeit, in welcher die Chemie einen Theil der Kenntnisse ausmachte, die dem Pharmazeuten zu wissen nothwendig waren, nahmen dieselben diese vorgefundenen Zeichen aus der Chemie an, und vermehrten dieselben noch durch viele andere, welche theils Präparate, theils Vorrichtungen, welche vorgenommen werden sollen, bezeichnen. Ich will außer den drei im vorigen §. angegebenen Zeichen noch folgende anführen.

1) ⚲ = Baryterde.
2) ♉ = Wismuth.
3) ⌂ = Borax.
4) ∘△∘ = Kohle.
5) 🜂 = Kohlensauer.
6) ♀ = Kupfer.
7) ☿ = Quecksilber.
8) ♄ = Blei.
9) ⊖ = Salz.
10) ♃ = Zinn.
11) ♁ = Spießglanz.
12) 🜍 = Schwefel.
13) △○ = Zink.
14) 🜍 (doppelt gekreuzt) = Phosphor.
15) ▽ = Wasser.

§. 90.

Abgesehen von der Entstehung dieser Zeichen, kann man den Gebrauch derselben aus einem ganz andern Gesichtspunkte betrachten, nämlich aus dem wissenschaftlichen. Hier muß man wohl unterscheiden den Nutzen, den sie geleistet haben, und den, welchen sie leisten können. Der, den sie bisher geleistet haben, möchte unbedeutend sein gegen den, welchen sie gewähren können, wenn sie allgemein eingeführt wären. Solche Zeichen, wie ich sie im vorigen §. angeführt habe, waren allerdings früher allgemein und jedem Chemiker bekannt; aber damals war die Wissenschaft selbst noch nicht auf einem solchen Standpunkt, daß durch ihre Allgemeinheit etwas hätte gewonnen werden können, was jezt der Fall ist. Deßwegen wurden diese Zeichen als unnöthig nach und nach, wenn nicht vergessen, doch wenigstens außer Gebrauch gesezt.

§. 91.

Meinecke in seiner chemischen Meßkunst (Halle u. Leipzig 1815) hat eine Art vorgeschlagen, die Stoffe zu bezeichnen, welche hier erwähnt zu werden verdient, da sie wirklich wissenschaftlich ist, und es immer zu bedauern bleibt, daß dieselbe nicht allgemein eingeführt wurde, und man der im Folgenden angeführten Bezeichnungsart von Berzelius folgte. Sein Vorschlag ist folgender: Die einfachen Stoffe werden mit den schon erwähnten Zeichen bezeichnet, und wo noch kein solches Zeichen vorhanden ist, diene der erste Buchstabe der lateinischen Benennung dafür. Für die Zusammensetzungen gibt nun Meinecke folgende Regeln für die Construction ihrer Formeln an, welche vor denen des Berzelius den Vortheil haben, daß man den elektronegativen und elektropositiven Bestandtheil daraus erkennt.

1) Wenn sich zwei sauerstofffreie, einfache Körper verbinden, so schreibt man ihre Zeichen in Form eines Bruches, dessen Zähler der elektronegative Bandtheil ist. Die Zahl

der sich verbindenden Atome, im Fall sie größer als 1 ist, wird durch vorgeschriebene Zahlen bezeichnet. Diese Bezeichnung wird auch gebraucht, wenn sich zwei Metalle verbinden, z. B.

$\frac{🜍}{♃}$ zeigt an, daß 1 Atom Zinn (positiv elektrisch) sich sich mit 1 Atom Schwefel zu Schwefelzinn verbunden hat.

$\frac{2\,🜍}{♀}$ zeigt an, daß 2 Atom Schwefel (elektronegativ) sich mit 1 Atom Kupfer zu Schwefelkupfer verbunden haben.

2) Wenn zwei Metalle durch ein drittes verbunden sind, so sezt man das elektronegativste oben hin, und die positiven mit dem Pluszeichen an die Stelle des Nenners, z. B.

$\frac{2\,♉}{♃ + ♄}$ zeigt an, daß 2 Atom Wismuth (elektronegativ) sich mit 1 Atom Zinn und 1 Atom Blei zu wismuthhaltigem Zinnblei verbunden haben.

3) Die Verbindung der Stoffe mit Sauerstoff wird dadurch angezeigt, daß rechts oberhalb des Zeichens die Zahl der Sauerstoffatome angegeben ist, z. B. $♂^3$ zeigt an, daß 1 Atom Eisen sich mit 3 Atom Sauerstoff zu Eisenoxyd verbunden hat.

4) Die Verbindung des Wasserstoffs mit einfachen Stoffen wird auf dieselbe Weise bezeichnet; nur steht die Zahl links oberhalb des Zeichens, z. B. ^3A bezeichnet, daß sich 3 Atom Wasserstoff mit 1 Atom Stickstock zu Ammoniak verbunden haben.

5) Wasser tritt in den Verbindungen bald positiv, bald negativ auf; daher muß seine Stellung darnach eingerichtet werden, z. B.

$\frac{▽}{K^1}$ = Kalihydrat oder 1 Atom Kalium + 1 Atom Sauerstoff + 1 Atom Wasser, welches leztere der negative Bestandtheil ist.

6) Säuren mit doppelten Radikalen werden mit Hülfe von zwei Zahlen und einem Zeichen angeschrieben, z. B.

${}^{6}_{0}\triangle^{3}_{0}$ bezeichnet die Essigsäure, in welcher 1 Atom Kohlenstoff mit 6 Atom Wasserstoff und 3 Atom Sauerstoff enthalten ist.

7) Die Formeln für die Salze entstehen auf dieselbe Weise, wobei die Zahlen der zu addirenden Atome der Doppelsalze u. s. w. mit Hülfe des Pluszeichens angeschrieben werden, z. B.

$\frac{4\ \text{🜍}^{3}}{1\,^{1}/_{2}\ A^{2}+K^{1}}$ bezeichnet neutralen schwefelsauren Kali-Thon oder Alaun, welcher aus 1 ½ Atom schwefelsaurer Thonerde und 1 Atom schwefelsaurem Kali besteht.

§. 92.

Mit Umgehung der im Vorhergehenden angegebenen Zeichen fing man an, sämmtliche Stoffe mit den Anfangsbuchstaben ihres lateinischen Namens zu bezeichnen, z. B. S bedeutet Schwefel, O Sauerstoff u. s. w. Gab es mehrere Stoffe, welche mit demselben Buchstaben anfingen, so sezte man noch einen zweiten zum Unterschiede hinzu, z. B. Au = Gold, zum Unterschied von Ag = Silber, oder As = Arsenik.

§. 93.

Nun blieb man nicht bei der Bezeichnung der einfachen Stoffe stehen, sondern suchte auch alle chemischen Verbindungen mehrerer Stoffe auf eine solche Weise zu bezeichnen, daß man aus dem Zeichen der Zusammensetzung sowohl die einzelnen in ihr enthaltenen Grundstoffe, als auch das Verhältniß der einzelnen Mengen der verbundenen Stoffe erkennen konnte. Dies geschah dadurch, daß man die Buchstaben, welche die in der Zusammensetzung vorhandenen Grundstoffe bezeichneten, neben einander sezte, und neben einem jeden Buchstaben eine Zahl schrieb, welche die Anzahl der vorkommenden Atome angab. So

war z. B. O + 2H = Wasser oder 1 Atom Sauerstoff und 2 Atom Wasserstoff.

§. 94.

Berzelius führte folgende Abkürzungen ein. Er schrieb nämlich in den Verbindungen das O (den Sauerstoff) nicht mehr mit einem besondern Buchstaben an, sondern deutete die vorkommende Anzahl der Sauerstoffatome nur durch Punkte an, welche über die Buchstaben gesezt wurden. Um ferner anzuzeigen, daß von einem andern Stoffe 2 Atome vorkommen, so machte er durch den Buchstaben einen Strich. Demnach bezeichnet $\dot{H}$ dasselbe, was im vorigen §. O+2H war; $-\ddot{N}$*) ist demnach eine Verbindung von 2 Atom Stickstoff und 2 Atom Sauerstoff. Eine größere Anzahl von Atomen wird durch eine beigeschriebene Zahl angezeigt. Auf diese Weise werden jezt die Formeln bezeichnet, deren Sinn daher leicht verständlich sein wird.

§. 95.

Berzelius machte auch noch den Vorschlag, daß man für Schwefel, Selen und Tellurium, welche in ihrem Verhalten zu andern Stoffen hinsichtlich der Art der Verbindung vielfache Aehnlichkeit mit dem Sauerstoff haben, auch ähnliche Zeichen einführen sollte, wie für den Sauerstoff. So will er in Schwefelverbindungen die Anzahl der Atome des Schwefels durch ein über den andern Stoffen stehendes Zeichen (') ausdrücken; so wäre z. B. $K\overset{'''}{Mo}$ molybdänschwefliges Schwefelkali.

Auf ähnliche Weise soll ein horizontaler Strich (¯) eine Molybdänverbindung, und ein Kreuz über dem Buchstaben (+) eine Tellurverbindung anzeigen. Demnach wäre $\overset{+++}{Mo}$ eine Verbindung von 1 Atom Molybdän und 3 Atom Tellur.

§. 96.

Es ist nun noch übrig, über den Nutzen dieser Zeichen zu

*) Diejenigen Buchstaben, vor welchen das Zeichen - steht, (-N), denke man sich, gleich H, durchstrichen.

sprechen. Bisher gab es nur eine einzige Wissenschaft, deren Zeichen unter allen gebildeten Völkern dieselben sind, und dies ist die Mathematik. Ihre Zeichen gelten in allen Sprachen, und sind deßhalb allgemein, gehören der Wissenschaft und nicht dem einzelnen Volke an, in dessen Sprache ein Werk geschrieben ist. Es fällt dabei offenbar in die Augen, wie sehr durch solche allgemein gültige Zeichen das Verständniß der Werke erleichtert wird, welche nicht in der Muttersprache des Lesers geschrieben sind, und welcher wesentliche Nutzen dadurch der Wissenschaft selbst geleistet wird. Soll nun in der Stöchiometrie nicht auch eine solche allgemeine Bedeutung von Zeichen möglich und nützlich sein, wird Niemand fragen, dem es um ein Mittel zu thun ist, sich kurz und leicht verständlich auszudrücken. Berzelius hat solche Zeichen vorgeschlagen, sie sind bis jezt angenommen, und nur die Franzosen machen eine Ausnahme, indem sie statt der lateinischen Anfangsbuchstaben der Stoffe die Anfangsbuchstaben aus ihrer eigenen Sprache nehmen.

§. 97.

Nach dieser Erklärung der Zeichen und Formeln ist es leicht, die stöchiometrischen Zahlen aller chemischen Verbindungen zu finden, wenn die Formeln bekannt sind, da man nur die stöchiometrischen Zahlen der einfachen Stoffe, wie sie im Anhang gegeben sind, zu nehmen, und wenn es nöthig ist, durch die gleichfalls in der Formel gegebenen Zahlen zu multipliciren hat, wodurch man Produkte erhält, deren Addition die stöchiometrischen Zahlen gibt. Es ist hier überflüssig, die Sache an Beispielen nochmals zu erklären, da im Anhang welche vorkommen, und dem Wesen nach die Sache schon im §. 24. und an andern Orten angegeben wurde.

Anhang,

enthaltend

die stöchiometrischen Zahlen der einfachen Stoffe,

die

wichtigsten Formeln der chemischen Verbindungeu

und einige

Beispiele aus der angewandten Chemie.

Uebersicht

der chemischen Bezeichnung und der Atomzahlen der bereits untersuchten einfachen Stoffe.

Nach der neuesten Anordnung von Berzelius.

Namen.	Chemisches Zeichen.	Atomzahl. des Oxygen = 100.	Atomzahl. des Hydrogen = 1.
Unzerlegte Stoffe, oder Elementarstoffe.			
Sauerstoff	O	100,000	16,026
Wasserstoff	H	6,2398	1,000
	- H	12,4796	2,000
Stickstoff	N	88,518	14,186
	- N	177,036	28,372
Schwefel	S	201,165	32,240
	- S	402,330	64,480
Phosphor	P	196,143	31,434
	- P	392,286	62,868
Chlor	Cl	22,326	35,470
	- Cl	44,752	70,940
Brom	Br	489,153	78,392
	- Br	978,306	156,784
Jod	J	789,750	126,567
	- J	1579,500	253,134
Fluor	F	116,900	18,735
	- F	233,800	37,470
Kohlenstoff	C	76,437	12,250
	- C	152,874	24,500
Boron	B	136,204	21,828
	- B	272,409	43,656
Silicium	Si	277,312	44,442
	- Si	554,624	88,884
Selen	Se	494,582	79,263
	- Se	989,164	158,526
Arsenik	As	470,042	75,329
	- As	940,084	150,658
Chrom	Cr	351,815	56,383
	- Cr	703,630	112,766
Vanadium	V	855,840	137,160
	- V^2	1711,680	274,320

Namen.	Chemisches Zeichen.	Atomzahl des Oxygen = 100.	Atomzahl des Hydrogen = 1.
Unzerlegte Stoffe, oder Elementarstoffe.			
Molybdän	Mo	598,525	95,920
	-Mo	1197,050	191,840
Wolfram	W	1183,200	189,590
	-W	2366,400	379,180
Antimon	Sb	806,452	129,244
	-Sb	1612,904	258,488
Tellur	Te	801,760	128,500
	-Te	1602,520	259,000
Tantal	Ta	1153,715	184,896
	-Ta	2307,430	369,792
Titan	Ti	303,662	48,664
	-Ti	607,324	97,328
Gold	Au	1243,013	199,207
	-Au	2486,026	398,415
Platin	Pt	1233,499	197,682
	-Pt	2466,998	395,364
Rhodium	R	651,387	104,392
	-R	1302,774	208,784
Palladium	Pd	665,784	106,718
	-Pd	1331,568	213,436
Iridium	Ir	1233,499	197,682
	-Ir	2466,998	395,364
Osmium	Os	1243,780	199,444
	-Os	2487,560	398,888
Silber	Ag	1351,607	216,611
	-Ag	2703,214	433,222
Quecksilber	Hg	1265,823	202,863
	-Hg	2531,646	405,726
Kupfer	Cu	395,695	63,415
	-Cu	791,390	126,829
Uran	U	2711,358	434,527
	-U	5422,716	869,154
Wismuth	Bi	1886,920	142,140
	-Bi	3773,840	284,280
Zinn	Sn	735,296	117,839
	-Sn	1470,592	235,678
Blei	Pb	1294,498	207,458
	-Pb	2588,996	414,917

Namen.	Chemisches Zeichen.	Atomzahl des Oxygen = 100.	Atomzahl des Hydrogen = 1.
Unzerlegte Stoffe, oder Elementarstoffe.			
Cadmium	Cd	696,767	111,665
	- Cd	1393,534	223,330
Zink	Zn	403,226.	64,621
	- Zn	806,452	129,241
Nickel	Ni	369,675	59,245
	- Ni	739,350	118,490
Kobalt	Co	368,991	59,135
	- Co	737,982	118,270
Eisen	Fe	339,205	54,363
	- Fe	678,410	108,725
Mangan	Mn	345,887	55,432
	- Mn	691,774	110,864
Cerium	Ce	574,796	92,102
	- Ce	1149,592	184,204
Thorium	Th	744,900	119,292
	- Th	1489,800	238,594
Zirkonium	Zr	420,201	67,340
	- Zr	840,402	134,680
Yttrium	Y	402,514	64,508
	- Y	805,028	129,016
Beryllium	Be	331,261	53,088
	- Be	662,522	106,176
Aluminium	Al	171,167	27,431
	- Al	342,334	54,863
Magnesium	Mg	158,353	25,378
	- Mg	316,706	50,756
Calcium	Ca	256,019	41,030
	- Ca	512,038	82,060
Strontium	Sr	547,285	87,709
	- Sr	1094,570	165,418
Baryum	Ba	856,880	137,325
	- Ba	1713,760	274,650
Lythium	L	80,375	12,883
	- L	160,750	24,666
Natrium	Na	290,897	46,620
	- Na	581,794	93,239
Kalium	K	489,916	78,515
	- K	979,832	157,030

Formeln

der wichtigsten Oxygenverbindungen.

Aus Meißner's Aequivalentenlehre entlehnt.

Wasser	$-\dot{H}$
Wasserstoffsuperoxyd .	$-\ddot{H}$
Stickstoffoxydul . . .	$-\dot{N}$
Stickstoffoxyd	$-\ddot{N}$
Untersalpetrige Säure	$-\dddot{N}$
Salpetrige Säure . .	$-\ddddot{N}$
Salpetersäure . . .	$-\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{N}$
Schwefeloxyd . . .	$-\ddot{S}$
Schwefligte Säure . .	$\ddot{S}$
Unterschwefelsäure . .	$-\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{S}$
Schwefelsäure . . .	$\dddot{S}$
Unterphosphorige Säure	$-\dot{P}$
Phosphorige Säure . .	$-\dddot{P}$
Phosphatige Säure . .	$-\ddddot{P}$
Phosphorsäure . . .	$-\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}$
Chloroxydul	$-\dot{Cl}$
Chloroxyd	$-\dddot{Cl}$
Chloroxyd . . . . . . (nach Davy u. Gay-Lussac)	$-\ddddot{Cl}$
Chlorsäure	$-\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{Cl}$
Oxyd. Chlorsäure . . (nach Berzelius) oder	$-\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{Cl}$
Oxyd. Chlorsäure . . (Stadion)	$-\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{Cl}$
Bromige Säure . . .	$-\dddot{Br}$
Bromsäure	$-\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{Br}$
Jodige Säure . . . (Sementini) oder	$-\dddot{J}$
Jodige Säure . . . (Mitscherlich)	$-\ddot{J}$
Jodsäure	$-\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{J}$
Kohlenoxyd	$\dot{C}$
Kleesäure	$-\dddot{C}$
Kohlensäure	$\ddot{C}$
Borarsäure	$-\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{B}$
Kieselerde (Kieselsäure)	$\dddot{Si}$
Selenoxyd	$\dot{Se}$
Selenige Säure . . .	$\ddot{Se}$
Selensäure	$\dddot{Se}$
Arseniksuboxyd . . .	$-\dot{As}$
Arsenigte Säure . .	$-\dddot{As}$
Arseniksäure	$-\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As}$
Chromoxydul	$-\dddot{C}$
Chromsäure	$\dddot{Cr}$
Vanadiumsuboxyd . .	$\dot{V}$
Vanadiumoxyd . . .	$\ddot{V}$
Vanadiumsäure . . .	$\dddot{V}$
Molybdänoxydul. . .	$\dot{Mo}$

Molybdänoxyd . . .	$\ddot{\text{Mo}}$
Molybdänsäure . . .	$\dddot{\text{Mo}}$
Wolframoxyd . . .	$\ddot{\text{W}}$
Wolframsäure . . .	$\dddot{\text{W}}$
Antimonsuboxyd? . .	$-\dot{\text{Sb}}$
Antimonoxyd . . .	$-\dddot{\text{Sb}}$
Antimonige Säure .	$-\ddddot{\text{Sb}}$
Antimonsäure . . .	$-\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\text{Sb}}$
Telluroxyd	$\ddot{\text{Te}}$
Tantaloxyd	$-\ddot{\text{Ta}}$
Tantalsäure	$-\dddot{\text{Ta}}$
Titanoxyd	$-\dddot{\text{Ti}}$
Titansäure	$\ddot{\text{Ti}}$
Goldoxydul	$-\dot{\text{Au}}$
Goldsuboxyd? . . .	$-\ddot{\text{Au}}$
Goldoxyd	$-\dddot{\text{Au}}$
Platinoxydul	$\dot{\text{Pt}}$
Platinoxyd	$\ddot{\text{Pt}}$
Rhodiumoxydul . . .	$\dot{\text{R}}$
Rhodiumoxyd . . .	$-\dddot{\text{R}}$
Palladiumoxydul . .	$\dot{\text{Pd}}$
Palladiumoxyd . . .	$\ddot{\text{Pd}}$
Iridiumoxydul . . .	$\dot{\text{Ir}}$
Iridiumsesquioxydul .	$-\dddot{\text{Ir}}$
Iridiumoxyd	$\ddot{\text{Ir}}$
Iridiumsesquioxyd . .	$\dddot{\text{Ir}}$
Osmiumoxydul . . .	$\dot{\text{Os}}$
Osmiumsesquioxydul .	$-\dddot{\text{Os}}$
Osmiumoxyd . . .	$\ddot{\text{Os}}$
Osmiumsesquioxyd . .	$\dddot{\text{Os}}$
Osmiumbioxyd . . .	$\ddddot{\text{Os}}$
Silberoxyd	$\dot{\text{Ag}}$
Quecksilberoxydul . .	$-\dot{\text{Hg}}$
Quecksilberoxyd . . .	$\dot{\text{Hg}}$
Kupferoxydul . . .	$-\dot{\text{Cu}}$
Kupferoxyd	$\dot{\text{Cu}}$
Uranoxydul	$\dot{\text{U}}$
Uranoxyd	$-\dddot{\text{U}}$
Wismuthsuboxyd . .	$-\dot{\text{Bi}}$
Wismuthoxyd . . .	$-\dddot{\text{Bi}}$
Zinnoxydul	$\dot{\text{Sn}}$
Zinnoxyd	$\ddot{\text{Sn}}$
Bleioxyd	$\dot{\text{Pb}}$
Bleisuperoxydul . . .	$-\dddot{\text{Pb}}$
Bleisuperoxyd . . .	$\ddot{\text{Pb}}$
Cadmiumoxyd . . .	$\dot{\text{Cd}}$
Zinkoxyd	$\dot{\text{Zn}}$
Nickeloxyd	$\dot{\text{Ni}}$
Nickelsuperoxyd . . .	$-\dddot{\text{Ni}}$
Kobaltoxyd	$\dot{\text{Co}}$
Kobaltsuperoxyd . .	$-\dddot{\text{Co}}$
Kobaltsäure	$\ddot{\text{Co}}$
Eisenoxydul	$\dot{\text{Fe}}$
Eisenoxyd	$-\dddot{\text{Fe}}$
Manganoxydul . . .	$\dot{\text{Mn}}$
Manganoxyd . . .	$-\dddot{\text{Mn}}$

Mangansuperoxyd	$\ddot{Mn}$
Mangansäure	-$\dddot{Mn}$
Ceriumoxydul	$\dot{Ce}$
Ceriumoxyd	-$\dddot{Ce}$
Thorerde (Thoriumoxyd)	$\dot{Th}$
Zirkonerde (Zirkoniumoxyd)	-$\dddot{Zr}$
Yttererde (Yttriumoxyd)	$\dot{Y}$
Beryllerde (Berylliumoxyd)	-$\dddot{Be}$
Thonerde (Aluminiumoxyd)	-$\dddot{Al}$
Talkerde (Magnesiumoxyd)	$\dot{Mg}$
Kalkerde (Calciumoxyd)	$\dot{Ca}$
Strontianerde (Strontianoxyd)	$\dot{Sr}$
Baryterde (Baryumoxyd)	$\dot{Ba}$
Baryumsuperoxyd	$\ddot{Ba}$
Lithion (Lithiumoxyd)	$\dot{L}$
Natriumsuboxyd	-$\dot{Na}$
Natriumoxyd	$\dot{Na}$
Natriumsuperoxyd	$\dddot{Na}$
Kaliumsuboxyd	-$\dot{K}$
Kaliumoxyd	$\dot{K}$
Kaliumsuperoxyd	$\dddot{K}$

Aufgaben aus dem Gebiete der Stöchiometrie, nebst ihren Auflösungen.

Nachdem im vorhergehenden Theile dieses Werkes sowohl diejenigen Sätze aus der Mathematik, welche zur Ausführung der stöchiometrischen Rechnungen für nöthig erachtet worden sind, in den drei ersten Kapiteln klar und deutlich abgehandelt und begründet, als auch in dem folgenden vierten Kapitel die stöchiometrischen Gesetze selbst, und im fünften die stöchiometrischen Zeichen erklärt wurden, so können ohne Anstand alle vorkommenden Rechnungen leicht und sicher gelös't werden. Da nach jedem §., der irgend einer Rechnung zu Grunde liegt, sogleich die Anwendungen folgen, so sind eigentlich hier noch weitere Beispiele überflüssig. Damit aber der Anfänger Gelegenheit habe, sich noch mehr an Beispielen zu üben, so sind hier diejenigen von den früheren Aufgaben hervorgehoben, die überhaupt in Praxis am öftesten vorkommen, und deßhalb am geläufigsten gehen müssen. Es sind die betreffenden §§., auf welche die Rechnungen gegründet sind, immer angegeben, weßhalb die folgenden Beispiele leicht verständlich sein werden.

Aufgabe I.

Die Atomzahl irgend einer Verbindung zu finden, wenn die Zahl der Atome der einzelnen sie constituirenden Stoffe und die Atomzahlen der einfachen Stoffe selbst bekannt sind.

Auflösung. In der vorstehenden Tabelle sind die Atomzahlen der einfachen Stoffe nach den neuesten Bestimmungen aus Berzelius neuester Ausgabe nach den Berechnungen von Oengren angegeben. Nun nehme man die Atomzahlen der in der Aufgabe gegebenen einfachen Stoffe, und multiplicire sie nach §. 23. mit den Zahlen, welche die Menge der vorhandenen Atome an-

zeigen, und addire diese Produkte nach §. 19, so gibt die gefundene Summe nach §. 24. die Atomzahl der Verbindung.

Beispiel 1. Phosphorsaure Kalkerde besteht aus 2 Atom Kalkerde (d. i. 1 Atom Calcium gegen 1 Atom Oxygen) und 2 Atom Phosphorsäure (d. i. 2 Atom Phosphor gegen 5 Atom Oxygen). Welches ist die Atomzahl der phosphorsauren Kalkerde?

Auflösung. Die Atomzahl des Calciums ist = 256,019, die Atomzahl des Oxygen = 100, die Atomzahl des Phosphor = 196,143, folglich erhält man:

$$\begin{aligned} 2\ Ca &= 512{,}038 \\ 2\ O &= 200 \\ 2\ P &= 392{,}286 \\ 5\ O &= 500 \\ \hline &\ \ 1604{,}324 \end{aligned}$$

Beispiel 2. Selenwasserstoff besteht aus 1 Atom Selen gegen 2 Atom Wasserstoff, wie groß ist seine Atomzahl?

Auflösung. Die Atomzahl des Selen ist 494,582, und die Atomzahl des Wasserstoffs 6,2398, folglich ist die Atomzahl des Selenwasserstoffs = 494,582 + 12,4796 = 507,062.

Beispiel 3. Nach Liebig und Wöhler besteht Benzamid aus 14 Atom Kohlenhoff, 2 Atom Stickstoff, 14 Atom Wasserstoff und 2 Atom Sauerstoff. Was ist seine Atomzahl?

Auflösung.
$$\begin{aligned} 14\ C &= 14 .\ 76,437 = 1070{,}118 \\ 2\ N &= 2 .\ 88,518 = 177{,}036 \\ 14\ H &= 14 .\ 6{,}2398 = 87{,}3572 \\ 2\ O &= 2 . 100 = 200 \\ \hline \text{Atomzahl des Benzamid} &= 1534{,}511 \end{aligned}$$

Aufgabe II.

Die Formel einer Verbindung ist gegeben; man soll hieraus die Atomzahl finden.

Auflösung. Man bestimme nach §. 93—95. die Zahl der Atome, welche die Verbindung constituiren, und hat alsdann diese Aufgabe auf die Aufgabe I. reducirt, nach welcher alsdann vollends die Auflösung folgt.

Beispiel 1. Die Formel für den Zinnober ist -Hg S, d. h. 2 Atom Quecksilber gegen 1 Atom Schwefel, folglich ist seine Atomzahl 2 . 1265,823 + 201,165 = 2732,811.

Beispiel 2. Die Formel für krystallisirte schwefelsaure Kalkerde ist $\dot{\mathrm{Ca}}\,\dddot{\mathrm{S}} + 2\,\text{-}\dot{\mathrm{H}}$, d. h. 1 Atom Kalkerde (1 Atom Calcium gegen 1 Atom Oxygen) und 1 Atom Schwefelsäure (aus 1 Atom Schwefel gegen 3 Atom Sauerstoff) und 2 Atom Wasser (aus 1 Atom Oxygen und 2 Atom Hydrogen). Folglich erhält man

$$\begin{aligned} \dot{\mathrm{Ca}} &= 356{,}019 \\ \dddot{\mathrm{S}} &= 501{,}165 \\ 2\,\text{-}\dot{\mathrm{H}} &= 224{,}960 \\ \hline 1082{,}144 &= \dot{\mathrm{Ca}}\,\dddot{\mathrm{S}} + 2\,\text{-}\dot{\mathrm{H}} \end{aligned}$$

Beispiel 3. Die Formel für Jodboron ist $\text{-B}\,\text{-J}^{6}$, d. h. 1 Doppelatom Boron vereinigt sich mit 6 Doppelatom Jod, folglich ist seine Atomzahl

$$\begin{aligned} \text{-B} &= 272{,}409 \\ 6\,\text{-J} &= 9477{,}000 \\ \hline 9749{,}409 &= \text{-B}\,\text{-J}^{6}. \end{aligned}$$

Anmerkung. Die Atomzahlen der einfachen Stoffe zu finden, ist Sache der Analyse, und es ist deßwegen diese Aufgabe hier übergangen, da sie sich für den Zweck des Buches nicht eignet. Wer hierüber Belehrung wünscht, findet sie in Berzelius Lehrbuch der Chemie, übersezt von Wöhler, im 5ten Bande, 1sten Hefte. Eben so ist die Zahl der Atome immer als bekannt bei diesen Aufgaben vorausgesezt.

Aufgabe III.

Die Sättigungs-Capacität einer Säure zu finden.

Auflösung. Nach §. 78. 1) wird eine bestimmte Menge einer Säure immer eine bestimmte Menge von einem Oxyde, d. h. eine bestimmte Menge Oxygens, welches im Oxyde enthalten ist, neutralisiren, und die Sättigungs-Capacität einer Säure finden heißt daher nichts anderes, als angeben, wie viel Theile Oxygen durch eine bestimmte Menge einer Säure neutralisirt werden. Diese bestimmte Menge der Säure hat man gleich 100 gesezt, und man versteht demnach unter Sättigungs-Capacität einer Säure diejenige Zahl, welche die Menge der Theile von Oxygen angibt, die von 100 Theilen der fraglichen Säure neutralisirt werden. Diese Zahl findet sich, wenn die Atomzahl der Säure bekannt ist, durch die Proportion: die

Atomzahl der Säure zur Atomzahl des Oxygen wie 100 zu x Theilen Oxygen, welche Zahl nach §. 39. gefunden, die Sättigungs-Capacität angibt.

Beispiel 1. Die Cyansäure besteht nach Serullas aus $-N-C\,O^2$ *), folglich ist die Atomzahl = 529,910, demnach erhält man die Proportion:

$$529{,}910 : 100 = 100 : x, \text{ woraus}$$

$$x = \frac{10000}{529{,}910} = 18{,}89$$

Da hier das zweite und dritte Glied der Proportion dieselben bleiben, so erhält man die Regel, daß man die Sättigungs-Capacität der Säuren findet, wenn man mit der Atomzahl der Säure in 10000 dividirt.

Beisiel 2. Die Atomzahl der Salpetetersäure ist 677,036, wie groß ist ihre Sättigungs-Capacität?

Auflösung. Nach dem aus dem vorhergehenden Beispiele entnommenen Verfahren erhält man

$$x = \frac{10000}{677{,}036} = 14{,}77$$

Beispiel 3. Die Atomzahl der Bromsäure ist nach Balard 1278,306. Folglich ist ihre Sättigungs-Capacität

$$\frac{10000}{1278{,}306} = 7{,}823.$$

Aufgabe IV.

Verwandlung der Atomzahlen der Sauerstoffreihe in die der Wasserstoffreihe und umgekehrt.

Auflösung. In §. 52 und 53. ist die Aufgabe schon gelös't. Hier sollen nur noch einige Beispiele stehen, in denen die Rechnung so geführt werden soll, daß die in §. 54. angegebenen Vielfachen der Zahlen 16,026 und 6,2398 benützt werden.

Beispiel 1. Die Atomzahl der Cyansäure in der Sauerstoffreihe ist 529,91, wie groß ist sie in der Wasserstoffreihe?

*) Nach der Berechnung von Oengern, die Berzelius in seiner neuesten Ausgabe mittheilt, heißt die Formel $-N-C\,O$, folglich ist die Atomzahl nur 429,910. Wie sich die Rechnung dann ändert, ergibt sich leicht.

Auflösung. Man erhält die Proportion

$$100 : 16{,}026 = 529{,}91 : x, \text{ woraus}$$
$$x = 16{,}026 \cdot 5{,}2991$$

Um nun mit Hülfe der in §. 54. angegebenen Zahlen zu multipliciren, braucht man nur das Fünffache, Zweifache, Neunfache u. s. w. von 16,026 aus §. 54. zu entnehmen, gehörig unter einander zu setzen und dann zu addiren. Da man ferner die Atomzahlen nur auf 3, höchstens 4 Decimalstellen sucht, so kann man die lezten Ziffern weglassen, wenn man folgendes berücksichtigt. Man sehe, ob die am weitesten links stehende Ziffer des einen Faktors mit der andern Zahl multiplicirt im Produkte eben so viel Ziffern gibt, als der Multiplikand hat, oder eine mehr. Im zweiten Fall hat das Produkt so viele Ziffern, als beide Faktoren zusammen, im ersten Falle eine weniger. Von dieser Anzahl von Ziffern schneide man in Gedanken nach §. 23. die Decimalstellen ab, so findet man dadurch die Zahl der Ziffern der vor dem Komma stehenden Ganzen. Vermehrt man diese um 3, so gibt dies die Zahl der Ziffern, welche das Produkt erhalten soll, da die Atomzahlen außer den Ganzen noch 3 Decimalstellen haben. Schreibt man nun das höchste Produkt zuerst an, dann die folgenden nach der Reihe immer so darunter, daß die Endziffer rechter Hand um eine Stelle weiter rechts stehen würde, so ergibt sich leicht, von wo an man die Ziffern weglassen kann. Behandelt man obige Multiplikation auf diese Weise, und sezt die Zahl 16,026 gleich a, so erhält man

$$\begin{aligned}
5\,a &= 80130 \\
2\,a &= 3205 \\
9\,a &= 1442 \\
9\,a &= 144 \\
1\,a &= .\,1 \\
\hline
& 84{,}923
\end{aligned}$$

84,923 = der Atomzahl der Cyansäure in der Wasserstoffreihe.

Beispiel 2. Die Atomzahl des Titanoxydes in der Sauerstoffreihe ist 1007,324, wie groß ist sie in der Wasserstoffreihe?

Auflösung. Hier wird x = 1007,324 . 16,026, demnach

$$
\begin{array}{rcr}
1\,a & = & 16026 \\
7\,a & = & 1721 \\
3\,a & = & 48 \\
2\,a & = & 3 \\
4\,a & = & - \\
\hline
 & & 161,432
\end{array}
$$

Beispiel 3. Die Atomzahl eines Doppelatomes von Nickel in der Wasserstoffreihe ist 118,49; wie groß ist sie in der Sauerstoffreihe?

Auflösung. Nach §. 54. braucht man die Atomzahl in der Wasserstoffreihe nur mit 6,2398 zu multipliciren. Nennt man diese Zahl b, und verfährt wie in voriger Aufgabe, so erhält man

$$
\begin{array}{rcr}
1\,b & = & 62398 \\
1\,b & = & 62398 \\
8\,b & = & 49918 \\
4\,b & = & 2495 \\
9\,b & = & 561 \\
\hline
 & & 739,352
\end{array}
$$

739,352 = der Atomzahl eines Doppelatomes von Nickel in der Sauerstoffreihe.

Anmerkung. Hier bemerkt man leicht, daß man sich bei der Division der in §. 54. angegebenen Zahlen mit gleichem Vortheile bedient, weil man immer sogleich sieht, wie groß der Quotient ist, und man das abzuziehende Produkt immer aus der Tabelle entnehmen kann.

Aufgabe V.

Die Zahl der Atome einer Verbindung zu finden, wenn die einzelnen Stoffe, die in der Verbindung vorkommen, ihrem Gewichte nach bekannt und die Atomzahlen der einfachen Stoffe gegeben sind.

Auflösung. Alle chemischen Verbindungen geschehen nach bestimmten Gesetzen, welche sich in Zahlen ausdrücken lassen, d. h. die Mengen, in welchen sich einfache Stoffe zu einem chemischen Produkte verbinden, stehen in einem bestimmten Verhältnisse. Hat man nun dieses Verhältniß nach Gewichtstheilen gefunden, so müssen sich diese Gewichtstheile gerade so verhalten, wie irgend andere Zahlen, die das Mischungsverhältniß derselben

Stoffe zu derselben Verbindung ausdrücken. Wenn sich nun die Stoffe A, B, C u. s. w. verbinden in dem Verhältnisse vom m : n : o, so suche man nach §. 82. den positivsten Faktor auf, und nehme an, daß von ihm ein Atom in der Verbindung vorkomme, so erhält man die Proportionen:

m : Atomzahl von A = n : Zahl der Theile von B

m : Atomzahl von A = o : Zahl der Theile von C u. s. w.

Die Zahlen der Theile von B, C u. s. w. dividire man nun noch mit dem einfachen Atomgewichte der Stoffe B und C, so erhält man die Zahl der Atome derselben. Hier kann es sich nun treffen, daß die Zahl der Atome, die gegen 1 Atom des positiven Faktors A in der Verbindung vorkommen, als Brüche erscheinen, was ein Zeichen ist, daß von A mehr als 1 Atom vorkommt. Man hat demnach durch Vervielfachung der Verhältnißzahlen nach §. 37. die Brüche auf ganze Zahlen zu bringen, und erhält dadurch die gewünschte Zahl der Atome.

Beispiel 1. Nach der Analyse von Berzelius und Dulong sind im Wasser 11,1 Theile Wasserstoff und 88,9 Sauerstoff. Man erhält demnach die Proportion:

11,1 : 6,2398 = 88,9 : x Theilen Sauerstoff,

woraus x = 49,9 wird.

Dividirt man diese Zahl durch 100, und sezt statt 49,9 mit Weglassung der Decimalstelle 50, so erhält man $\frac{1}{2}$, d. h. auf 1 Atom Wasserstoff kommt $\frac{1}{2}$ Atom Sauerstoff. Multiplicirt man nun mit 2, so erhält man 2 Atom Wasserstoff und 1 Atom Sauerstoff.

Beispiel 2. Die Tantalsäure besteht nach Berzelius aus 88,487 Tantal und 11,513 Sauerstoff; wie viel Atome von jedem Stoffe sind darin enthalten?

Auflösung. Man erhält die Proportion

88,487 : 1153,715 = 11,513 : x Theile Sauerstoff,

$$\text{woraus } x = \frac{1153{,}715 \cdot 11{,}513}{88{,}487} = 150 \text{ circa.}$$

Dividirt man dieses Resultat mit 100, als der Atomzahl des Sauerstoffes, so erhält man $\frac{3}{2}$, d. h. auf 1 Atom Tantal kommen $\frac{3}{2}$ Atom Sauerstoff, oder wenn man die Zahl der

Atome verdoppelt, um ganze Zahlen zu erhalten, so ergibt sich 2 Atom Tantal gegen 3 Atom Sauerstoff, wie es auch wirklich der Fall ist.

Beispiel 3. Zinnchlorür besteht nach Davy aus 62,22 Zinn und 37,78 Chlor; wie viel Atome jedes Stoffes sind in dieser Verbindung enthalten?

Auflösung. Man erhält die Proportion

$$62{,}22 : 735{,}296 = 37{,}78 : x \text{ Th. Chlor},$$

$$\text{woraus } x = \frac{735{,}296 \cdot 37{,}78}{62{,}22} = 446 \text{ circa.}$$

Dies durch das Atomgewicht des Chlors dividirt, gibt mit Vernachlässigung der Decimalbrüche $\frac{446}{221{,}326} = 2$; daher ist im Zinnchlorür 1 Atom Zinn gegen 2 Atom Chlor enthalten.

Aufgabe VI.

Aus den nach der Analyse gegebenen Gewichtsverhältnissen der einfachen Stoffe A, B, C u. s. w., die eine Verbindung constituiren, und aus den Atomzahlen der einfachen Stoffe die Atomzahl der Verbindung zu suchen.

Auflösung. Diese Aufgabe enthält eine Verbindung der Aufgabe I. und V. Man berechne nämlich zuerst nach Aufgabe V. die Zahl der von A, B, C u. s. w. vorkommenden Atome, und hieraus nach Aufgabe I. die Atomzahlen der Verbindung. Der Kürze wegen sollen die in der Aufgabe V. gegebenen Aufgaben hier fortgesezt werden, und also die Atomzahlen des Wassers, der Tantalsäure und des Zinnchlorürs gefunden werden.

Beispiel 1. Wasser besteht nach Aufg. V, Beisp. 1, aus 2 Atom Wasserstoff + 2 Atom Sauerstoff. Demnach ist seine Atomzahl $= 2 \cdot 6{,}2398 + 100 = 112{,}4796$ oder nach §. 17. 112,480.

Beispiel 2. Die Tantalsäure besteht nach Aufgabe V., Beisp. 2, aus 2 Atom Tantal gegen 3 Atom Oxygen, folglich ist die Atomzahl der Tantalsäure $= 2 \cdot 1153{,}715 + 3 \cdot 100 = 2607{,}430$.

Beispiel 3. Das Zinnchlorür besteht nach Aufgabe V.,

Beisp. 3, aus 1 Atom Zinn gegen 2 Atom Chlor, folglich ist seine Atomzahl = 735,296 + 2 . 221,326 = 1177,948.

Aufgabe VII.

Aus der Atomzahl einer Verbindung und denen der einfachen sie constituirenden Stoffe A, B, C u. s. w., nebst der Zahl der vorkommenden Atome von A, B und C die Prozente dieser Stoffe zu finden, die in der Verbindung vorkommen.

Auflösung. Was in Aufgabe V. über die Stabilität der Verhältnißzahlen gesagt worden ist, gilt auch hier; nur ist hier der umgekehrte Fall vorhanden, der sich durch die in §. 55. allgemein gegebene Regel leicht auflösen läßt. Es verhält sich nämlich die Atomzahl der Verbindung (als Summe der Verhältnißzahlen) zu dem Produkte der Atomzahl von A mit der Zahl der Atome von A (als einer Verhältnißzahl) wie 100 (d. h. die Menge der Gewichtstheile) zu der gesuchten vierten Größe, welche alsdann die Zahl der Prozente von A angibt. Auf ähnliche Weise findet man die Anzahl der Prozente von B, C u. s. w. Die Zahl der Prozente des lezten Stoffes kann man auch dadurch finden, daß man die früheren addirt, und ihre Summe von 100 abzieht. Bei diesen Rechnungen pflegt man die Resultate, im Falle die Divisionen nicht aufgehen, auf einige Decimalstellen anzugeben, in welchem Fall beim Abbrechen der Rechnung §. 17. seine Anwendung findet.

Beispiel 1. Die Atomzahl der Ameisensäure ist 465,354, und sie besteht aus 2 Atom Wasserstoff, 2 Atom Kohlenstoff und 3 Atom Sauerstoff. Wie viel Prozente von jedem Stoffe sind darin enthalten?

Auflösung. Man erhält folgende 3 Proportionen:

1) $465{,}354 : 2 \,.\, 6{,}2398 = 100 : x$, woraus

$$x = \frac{1247{,}96}{465{,}354} = 2{,}682 \text{ Proc. Wasserstoff.}$$

2) $465{,}354 : 2 \,.\, 76{,}437 = 100 : y$, woraus

$$y = \frac{15287{,}4}{465{,}354} = 32{,}851 \text{ Proc. Kohlenstoff.}$$

3) $465{,}354 : 3 \,.\, 100 = 100 : z$, woraus

$$z = \frac{30000}{465{,}354} = 64{,}467 \text{ Proc. Sauerstoff.}$$

Die lezte Zahl der Prozente des Sauerstoffs hätte man auch gefunden, wenn man 32,851 + 2,682 = 35,533 von 100 abgezogen hätte.

Beispiel 2. Die Atomzahl des Jodsilbers ist 2931,107, und es besteht aus 1 Atom Silber gegen 2 Atom Jod. Man erhält demnach die Proportion:

$$2931{,}107 : 1351{,}607 = 100 : x, \text{ woraus}$$

$$x = \frac{135160{,}7}{2931{,}107} = 46{,}11 \text{ Proc. Silber,}$$

folglich 100 — 46,11 = 53,89 Jod.

Fernere Beispiele sind unnöthig, da man sich nur die Beispiele der Aufgabe V. umkehren darf.

Aufgabe VIII.

Die Menge der von A, B, C in einer Verbindung enthaltenen Theile sind nach Prozenten oder nach Atomzahlen gegeben; man soll bestimmen, wie viel von jedem Stoffe in einer gewissen Menge der Verbindung enthalten ist.

Auflösung. Hier können Beispiele der ersten Art nach §. 55., Beisp. 1 und 2, ohne weiteres aufgelös't werden, weßwegen hier auch keine weitere Auseinandersetzung der Aufgabe stattfinden soll. Im zweiten Fall, wenn die Atomzahlen gegeben sind, verhält sich die Atomzahl der ganzen Verbindung zu den Atomzahlen der einzelnen Stoffe, multiplicirt mit der Zahl der Atome, wie die Menge, von der man die Theile berechnen will, zu jedem einzelnen Theil.

Beispiel 1. Die Atomzahl des Kupferoxydes ist 495,695; wie viel ist Kupfer in 20 Unzen Kupferoxyd enthalten?

Auflösung. Hier erhält man die Proportion

$$495{,}695 : 395{,}695 = 20 : x, \text{ woraus}$$

$$x = \frac{20 \,.\, 395{,}695}{495{,}695} = 15{,}97,$$

also ungefähr 16 Unzen.

Beispiel 2. Die Atomzahl des Bleioxyds ist 1394,498; wie viel ist Blei in 8 Lothen Bleioxyd enthalten?

Auflösung. Man erhält die Proportion

$$1394{,}498 : 1294{,}498 = 8 : x, \text{ woraus}$$

$x = 7{,}4$ oder $7\,{}^2/_5$ Loth gefunden wird.

Aufgabe IX.

Die Menge zu berechnen, in welcher eine gegebene Menge eines Stoffes A sich mit einer andern B zu einer bestimmten Verbindung vereinigt, wenn das Verhältniß bekannt ist, in welchem sie sich vereinigen.

Auflösung. Wenn man weiß, daß sich beide Stoffe A und B in dem Verhältnisse wie m : n mit einander verbinden, so erhält man offenbar die Proportion: m : n, wie die gegebene Menge des Stoffes A zu der gesuchten Menge des Stoffes von B. Hier ist zu bemerken, daß diese Proportion Aufschluß gibt über alle Fälle, in denen sich 2 Stoffe verbinden, mögen sie sich nun entweder sättigen, z. B. eine Säure und ein Oxyd, oder mag sich Sauerstoff mit einem Stoffe zu einem Oxyde von beliebiger Stufe verbinden.

Beispiel 1. Im Platinchlorür ist 1 Atom Platin gegen 2 Atom Chlor enthalten; wie viel Theile Platin verbinden sich mit 50 Theilen Chlor?

Auflösung. Hier erhält man die Proportion

$$2\ \text{Cl.} : 1\ \text{Pt.} = 50 : x$$

$$442{,}652 : 1233{,}499 = 50 : x, \text{ woraus}$$

$$x = \frac{1233{,}499 \cdot 50}{442{,}652} = 139{,}3 \text{ Theile Platin.}$$

Beispiel 2. Wolframchlorür besteht aus 57,201 Proc. Wolfram und 42,799 Proc. Chlor; wiel viel Theile Chlor verbinden sich mit 80 Theilen Wolfram?

Auflösung. Man erhält hier die Proportion

$$57{,}201 : 80 = 42{,}799 : x \text{ Theile Chlor, woraus}$$

$$x = \frac{80 \cdot 42{,}799}{57{,}201} = 59{,}8 \text{ Theile Chlor,}$$

oder mit Weglassung der lezten Decimalstelle x = 60, d. h. mit 80 Theilen Wolfram verbinden sich 60 Theile Chlor.

Aufgabe X.

Die Menge zu berechnen, die von einem Stoffe A genommen werden muß, um eine gegebene Menge von B, d. i. eine Menge eines zusammengesezten Stoffes zu zersetzen, wenn bekannt ist, in welchem Verhältnisse sich A mit einem Theile von B verbindet.

Auflösung. Diese Aufgabe zerfällt in zwei, nämlich: 1) muß aus den bekannten Verhältnissen, in welchen die die Verbindung B constituirenden Stoffe sich verbinden, nach Aufg. VIII. gesucht werden, wie viel von dem zu sättigenden Theile darin enthalten ist, und dann muß 2) nach Aufgabe IX. gefunden werden, wie viel sich von A mit dieser Menge des zu sättigenden Theiles von B verbinden. Da diese Aufgabe in §. 51. und 50. schon behandelt ist, so wird das Verständniß der Beispiele keine Schwierigkeit haben.

Beispiel. Wie viel braucht man Kali, um 150 Theile salpetersauren Baryt zu zersetzen?

Auflösung. Sowohl salpetersaurer Baryt, als salpetersaures Kali besteht aus 1 Atom der Basis gegen 1 Atom der Säure. Hier muß also gefunden werden

1) wie viel Theile Salpetersäure in 150 Theilen salzsaurem Baryt enthalten sind, und wie viel sich
2) mit diesen x Theilen Salpetersäure Kali verbindet.

Man erhält demnach folgende Proportionen:

$$1633{,}916 : 677{,}036 = 150 : x \text{ und}$$
$$677{,}036 : 589{,}916 = x : y,$$

folglich $1633{,}916 \cdot 677{,}036 : 677{,}036 \cdot 589{,}916 = 150\,x : x \cdot y$, und hieraus $1633{,}916 : 589{,}916 = 150 : y$, d. h. die Atomzahl des zu zersetzenden Stoffes zu der des Zusatzes, wie die zu zersetzende Menge zu den Theilen des Zusatzes.

Hier ist also in dem angegebenen Beispiel

$$y = \frac{589{,}916 \cdot 150}{1633{,}916} = 54 \text{ circa},$$

d. h. dieselbe Menge Salpetersäure, die in 150 Theilen salpetersaurem Baryt vorhanden ist, wird durch 54 Theile Kali gebunden.

Aufgabe XI.

Die Menge eines zusammengesezten Stoffes Bb zu finden, welche von einer gegebenen Menge des Stoffes A zersezt wird.

Auflösung. Diese Aufgabe ist die Umkehrung der vorhergehenden, und zerfällt gleichfalls in zwei Aufgaben. Man muß nämlich zuerst finden, wie viel Gewichtstheile des einen Theiles von Bb, z. B. von b, von dem Stoffe A gesättigt

werden, und dann wie viel Theile von Bb man nehmen muß, damit die verlangte Menge von b darin enthalten ist. Man erhält daher die Proportionen: 1) die Atomzahl von A zu der von b, wie die Zahl der Theile von A zu x Theilen von b, und 2) die Atomzahl von b zu der von Bb wie x Theile von b zu y Theilen von Bb. Hieraus folgt: die Atomzahl des einfachen Stoffes verhält sich zu der Atomzahl des zusammengesezten Stoffes, wie die gegebenen Gewichtstheile des einfachen Stoffes zu x Theilen der Verbindung. Beispiele sind hier unnöthig, da sie nur eine Umkehrung der vorigen Aufgaben enthalten.

Aufgabe XII.

Zwei neutrale Verbindungen Aa und Bb zersetzen sich auf dem Wege der doppelten Wahlverwandtschaft; wie viel braucht man von Bb, um die Verbindung Aa zu zersetzen?

Auflösung. Diese Aufgabe ist nach §. 51. zu behandeln, wo auch das ganze Verfahren so ausführlich erklärt ist, daß hier nur ein Beispiel seinen Platz finden soll.

Beispiel. Wie viel salpetersauren Baryt muß man zu 180 Theilen schwefelsaurem Kali setzen, um durch vollständige Zersetzung desselben salpetersaures Kali und salpetersauren Baryt zu erhalten.

Auflösung. Die Atomzahl des salpetersauren Baryts ist = 1633,916, die Atomzahl des schwefelsauren Kali = 1091,081; folglich erhält man

$$1091{,}081 : 180 = 1633{,}916 : x, \text{ woraus}$$

$$x = \frac{180 \cdot 1633{,}916}{1091{,}081} = 269 \text{ circa}$$

Zum Schlusse empfehlen wir denen, die weiter in der Stöchiometrie sich zu unterrichten wünschen, Meißner's chemische Aequivalenten- oder Atomenlehre, Wien 1834, welche am ausführlichsten sowohl die Geschichte der Stöchiometrie, als alles Wissenswürdige in derselben enthält. In dem vorstehenden Werke ist sie daher oft benüzt worden, sowie folgende kleinere Werkchen:

1) Die chemische Meßkunst von Meinecke.
2) Anleitung zu stöchiometrischen Rechnungen, von Mensing.
3) Stöchiometrie von Bischoff.
4) Meßkunst der chemischen Elemente, von Osann.

Und nur so konnte es ihm möglich werden, was er durch rastloses Studium der irdischen wie der geistigen Natur als Wahrheit erkannt hatte, in der ihm eigenthümlichen gedrängten, überaus klaren, jedem gebildeten Laien faßlichen Darstellung dem Auge auch des Ungeweihten zu erschließen. Mich hat diese deutliche, fast Jedem verständliche und dabei in so schöner Sprache gefaßte Auseinandersetzung und Erklärung der schwierigsten Lehren, der geheimnißvollsten Räthsel unserer Wissenschaft mehr noch als überrascht, und ich kann mir leicht das Entzücken denken, das sich des Lesers bemeistern muß, der nie eine Ahnung von diesen tiefen Wahrheiten, von diesen wunderbaren Erscheinungen gehabt, und jetzt wie durch einen Zauber sich ein weites Feld geöffnet sieht, wo fast überall die Nebel sinken vor der geistigen Fakel seines Führers und Lehrers. Wahrheiten, wie die Lehre von der Polarität, das Verhältniß des Mikrokosmus zum Makrokosmus, das Wesen des Lebens, die Innigkeit des Geistes mit dem irdischen Leibe, jenes wie dieses Verrichtungen, rein geistige und Sinnesthätigkeiten, so wie sie bis jezt durch die Kraft der Forschung und des Denkens constatirt worden sind, auf eine so deutliche, jedem Gebildeten zugängliche Weise darzustellen, das ist bis auf Burdach noch Niemanden gelungen, und dürfte wohl schwerlich Jemanden in höherem Maße gelingen. Und wäre es nicht durch den Reichthum und das Interesse des behandelten Stoffes selbst, schon durch die Weise, wie Burdach seinen Stoff gehandhabt hat, muß sich ein Jeder, in dem das Streben nach höherer Erkenntniß noch nicht ganz erloschen ist, von dem Inhalte des Buches unwiderstehlich angezogen fühlen, und mit harrender Ungeduld dem Erscheinen einer neuen Lieferung entgegensehen. Nicht erst durch das trockene Studium der Anatomie hat der Leser sich hindurchzuarbeiten; diese ist auf eine bewundernswürdige Weise mit der Physiologie des Gesamt-Organismus und dessen einzelner Theile verschmolzen, daß selbst sie durch höchst angenehme Lectüre zum Eigenthum des Lesers wird. — Und wir können es nicht nur bei unserer innersten Ueberzeugung verantworten, sondern betrachten es selbst für eine heilige Pflicht, dieses Werk **jedem Gebildeten** recht angelegentlich zu empfehlen. Gewiß keiner wird es aus der Hand legen, ohne seinen Wissensdrang vollkommen befriedigt zu sehen, ich behaupte, ohne sich innig entzückt zu fühlen. Selbst **Aerzten**, die mit der Entwickelung unserer physiologischen Kenntniß gleichen Schritt zu halten gewohnt sind, wird Burdachs Anthropologie ein treues Bild von den Leistungen und Forderungen unserer heutigen Physiologie geben."

Helios. Zeitschrift f. Literatur u. Kunst. 1837. No. 1.

Der deutsche Student.

Ein Beitrag zur Sittengeschichte des neunzehnten Jahrhunderts.

Auch unter dem Titel:

Felix Schnabel's Universitätsjahre.

Mit 1 Titelkupfer.

8. geh. Thlr. 1. 10 gr. fl. 2. 30 kr.

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Glaßer, Christian Flamin Heinrich August,

Anleitung zu stöchiometrischen Rechnungen, besonders für angehende Chemiker und Pharmazeuten mit einem Anhange enthaltend Tabellen und Beispiele aus der praktischen Chemie

Stuttgart 1837

Math.p. 179 g
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10081838-3